

# الفصل 7

## مسائل تدريبية

# الفيزياء النووية Nuclear Physics

1. الأعداد الكتيلية لنظائر اليورانيوم هي 234 ، 235، و 238. والعدد الذري للليورانيوم هو 92. ما عدد نيوترونات نواة كل نظير؟ **على التوالي: 142، 143، 146** نيترون.

2. العدد الكتلي لنظير الأوكسجين 15. ما عدد نيوترونات نواة هذا النظير؟ **7** نيترون.

3. ما عدد نيوترونات نظير الزئبق  $^{200}_{80}\text{Hg}$ ؟ **120** نيترون.

4. اكتب رموز نظائر الهيدروجين الثلاثة التي تحتوي على صفر، واحد، واثنين من النيترونات.  **$^1_1\text{H}$ ،  $^2_1\text{H}$ ،  $^3_1\text{H}$**

استخدم القيم المبينة لحل المسائل التالية:

وكتلة ذرة الهيدروجين (مجموع كتلة بروتون وإلكترون) =  $1.007825 \text{ u}$ ، وكتلة النيوترون =  $1.008665 \text{ u}$ ، و  $1 \text{ MeV} = 931.49 \text{ MeV}$

5. كتلة نظير الكربون  $^{12}\text{C}$  =  $12.0000 \text{ u}$ . احسب:

**-92.161 MeV** a. فرق الكتلة.

b. طاقة الرابط النووية بوحدة  $\text{MeV}$

**-0.09894 u**

6. نظير الهيدروجين الذي يحتوي على بروتون واحد ونيوترون واحد يسمى ديوتيريوم، كتلة ذرته =  $2.014102 \text{ u}$ . ما مقدار:

**-2.2244 MeV** a. نقص كتلته؟

b. طاقة الرابط للديوتيريوم بوحدة  $\text{MeV}$

**-0.002388 u**

7. يحتوي نظير النيتروجين  $N_7^{15}$  على سبعة بروتونات وثمانية نيوترونات، وكتلته =  $15.010109 \text{ u}$ . احسب:

**-106.18 MeV** a. فرق الكتلة لهذه النواة.

b. طاقة الرابط النووية لهذا النواة.

**-0.113986 u**

8. إذا كانت الكتلة الذرية لنظير الأكسجين  $O_8^{16}$  تساوي  $15.994915 \text{ u}$ . ما مقدار:

**-127.62 MeV** a. فرق الكتلة لهذا النظير؟

b. طاقة الرابط النووية لهذا النظير؟

**-0.137005 u**

٩. الأنوية لاحظ أزواج الأنوية التالية:  $^{13}_{\text{C}}$ ,  $^{12}_{\text{C}}$ ,  $^{11}_{\text{B}}$ ,  $^{11}_{\text{C}}$ . فيم يتشابه كل زوج منها، وفيما يختلف؟

**الزوج الأول له عدد البروتونات نفسه وعدد مختلف من النيوكليونات. الزوج الثاني له العدد نفسه من النيوكليونات وعدد مختلف من البروتونات.**

١٠. طاقة الربط النووية عندما يضمحل نظير الهيدروجين (التربيتيوم)  $^3_{\text{H}}$  فإنه يطلق جسيم بيتا ويصبح نظير الهيليوم  $^3_{\text{He}}$ . أي نواة تتوقع أن يكون لها أكبر طاقة ربط نووية سالبة؟

**نواة التربيتيوم، لأن التربيتيوم يطلق جسماً له كتلة وطاقة حركية نتيجة لاضمحلاله.**

**11. الطاقة النووية القوية** مدى الطاقة النووية القوية قصير جدًا، بحيث إن النيوكليونات القريبة جدًا بعضها من بعض تتأثر بهذه القوة. استخدم هذه الحقيقة في تفسير سبب تغلب قوة التناافر الكهرومغناطيسية على قوة التجاذب القوية في الأنوية الثقيلة، مما يجعل النواة غير مستقرة.

أكبر؟ نواة التريتيوم.

13. فرق الكتلة وطاقة الرابط إذا علمت أن كتلة نظير الكربون المشع  $C_6^{14}$  تساوي u .14.003074.

a. فما مقدار فرق الكتلة لهذا النظر؟

b. وما مقدار طاقة الربط النووية لهذا النظر؟

**14. التفكير الناقد** في النجوم المتقدمة في العمر، لا ينتج فقط الهيليوم والكربون عن طريق اتحاد أنوية متراقبة معاً بشدة، ولكن يتتج أيضاً الأكسجين ( $Z = 8$ ) والسليلكون ( $Z = 14$ ). ما العدد الذري للنواة الثقيلة التي يمكن أن تكون بهذه الطريقة؟ فسر.

**26 وهو الحديد، لأن طاقة الربط النووية لها أكبر.**

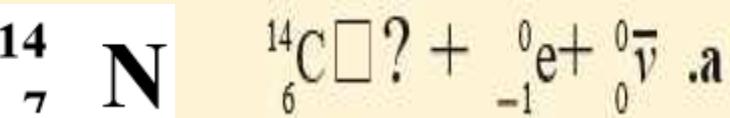
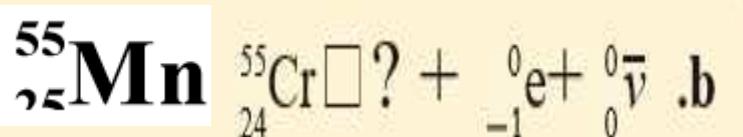
### مسائل تدريبية

15. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير اليورانيوم المشع،  $^{234}_{92}\text{U}$  إلى نظير الثوريوم  $^{230}_{90}\text{Th}$  بابعاد جسيم ألفا.
16. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير الثوريوم المشع  $^{230}_{90}\text{Th}$  إلى نظير الراديوم المشع  $^{226}_{88}\text{Ra}$ ، بابعاد جسيم ألفا.
17. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير الراديون المشع  $^{226}_{88}\text{Ra}$  إلى نظير الرادون  $^{222}_{86}\text{Rn}$ ، بابعاد جسيم  $\alpha$ .
18. يمكن أن يتحول نظير الرصاص المشع  $^{214}_{82}\text{Pb}$  إلى نظير البزموت المشع  $^{214}_{83}\text{Bi}$ ، بابعاد جسيم  $\beta$  وضدي ونيوترينو. اكتب المعادلة النووية.
19. يحدث اضمحلال لنظير الكربون المشع  $^{14}_6\text{C}$  عندما ينبعث منه جسيم  $\beta$  فيتحول إلى نظير النيتروجين  $^{14}_7\text{N}$ . اكتب المعادلة النووية التي توضح ذلك.





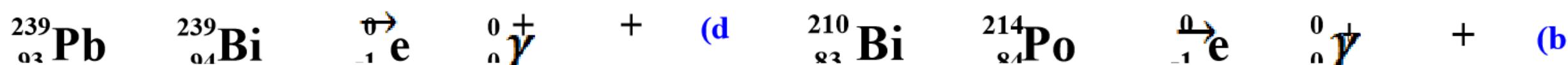
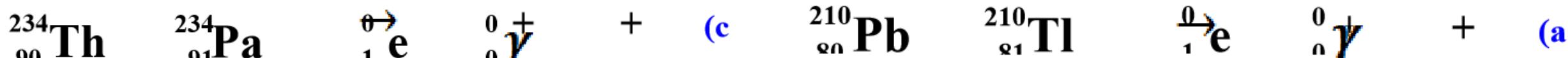
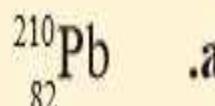
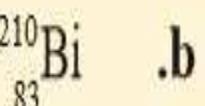
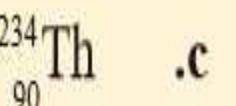
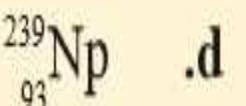
20. استخدم الجدول الدوري لإكمال المعادلين النوويتين التاليتين:



21. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير السيبورجيوم  ${}^{263}_{106}\text{Sg}$  إلى نظير روثيرفورديوم  ${}^{259}_{104}\text{Rf}$  بانبعاث جسيم ألفا.

22. اصطدم بروتون بنظير النيتروجين  ${}^{15}_7\text{N}$ ، فتكون نظير جديد وجسيم ألفا. ما النظير الناتج؟ اكتب معادلة نووية تبين ذلك.

23. اكتب المعادلات النووية لاصضمحلال بيتا للنظائر التالية:



ارجع إلى الشكل 4-7 والجدول 2-7 لحل المسائل التالية:

24. تولدت عينة تريتيوم  $H_1^3$  كتلتها 1.0 g. ما كتلة التريتيوم التي تتبقي بعد مرور

**0.25 g** 24.6 سنة؟

25. عمر النصف لنظير النبتونيوم  $Np_{93}^{238}$  هو 2.0 يوم. فإذا أنتجت عينة كتلتها 4.0 g من النبتونيوم يوم الإثنين، فما الكتلة التي ستبقى منه يوم الثلاثاء من الأسبوع التالي؟

26. تم شراء عينة من البولونيوم 210 بتاريخ 9/1، وكان نشاطها الإشعاعي  $2 \times 10^6 \text{ Bq}$ . استخدمت العينة لإجراء تجربة في 1/6 من السنة التالية. ما النشاط الإشعاعي المتوقع للعينة؟

**$5 \times 10^5 \text{ Bq}$**

27. استخدم التريتيوم  $H_1^3$  في البداية في بعض ساعات اليد لتوليد التوهج الفلوري؛ لكي تستطيع قراءة الوقت في الظلام. إذا كان سطوع التوهج يتاسب طردياً مع النشاط الإشعاعي للتريتيوم، فكيف يكون سطوع هذه الساعة، بالمقارنة مع سطوعها الأصلي عندما يكون عمر الساعة ست سنين؟

ست سنوات = نصف فترة عمر النصف للتريتيوم الذي عمر النصف له = 12.3 سنة. لذلك فإن التوهج = 0.7 من التوهج الأصلي.

28. اضمحلال بيتاً كيف يمكن إطلاق إلكترون من النواة في اضمحلال بيتاً إذا لم تتحمّل هذه النواة على الإلكترونات؟

**في النواة يتحول النيوترون إلى بروتون ويطلق إلكترون (بيتا) وأنتنيوتروينو.**

29. التفاعلات النووية يخضع نظير البولونيوم  $^{210}_{84}\text{Po}$  لاضمحلال ألفا. اكتب معادلة التفاعل.

$$^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He}^+$$

30. عمر النصف استخدم الشكل 4-7 والجدول 2-7 لتقدير عدد الأيام اللازمة لانخفاض نشاطية نظير اليود  $^{131}_{53}\text{I}$  إلى ثلاثة أثمان الكمية الأصلية.

من خلال الرسم البياني، يتبقى  $\frac{3}{8}$  بعد مرور 1.4 عمر النصف. من الجدول عمر النصف = 8.07 أيام، لذلك سوف يستغرق 11 يوماً.

31. المفاعل النووي يستخدم الرصاص واقياً من الإشعاع. لماذا لا يمكن اعتباره خياراً جيداً ليكون مهدئاً في المفاعل النووي؟

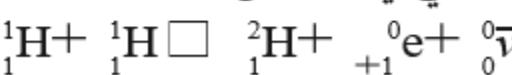
يستخدم الرصاص درعاً إشعاعياً، لأنه يمتص الإشعاع متضمناً النيوترونات، بينما المهدى يجب فقط أن يبطئ النيوترونات لذلك يمكن أن تتمتص بواسطة المواد الانشطارية.

32. الاندماج النووي يحتوي تفاعل اندماجي واحد على نواقي ديوتيريوم  $H_2^2$  ، ويحتوي جزيء الديوتيريوم على ذرتي ديوتيريوم. لماذا لا تتعرض الذرتان لعملية الاندماج؟

يجب أن تتحرك الأنوية داخل الجزيء بسرعة كبيرة جداً حتى تخضع للاندماج.

33. طاقة احسب الطاقة المتحررة في أول تفاعل نووي اندماجي في الشمس.

**0.931 MeV**



34. **التفكير الناقد** تستخدم بواعث ألفا في كواشف التدخين. فيوضع باعث على أحد ألواح المكثف. وتصطدم جسيمات  $\alpha$  باللوح الآخر، ونتيجة لذلك يتولد فرق في الجهد بين اللوحين. فسر وتوقع أي اللوحين يكون له جهد موجب أكبر.

**اللوحة التي تتعرض للقذف بجسيمات ألفا لها جهد موجب كبير لأن جسيمات ألفا الموجبة الشحنة تحرك الشحنة الموجبة من لوحة الباущ إلى لوحة القذف.**

#### مسائل تدريبية

35. كتلة البروتون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .  
أ. أوجد الطاقة المكافئة لكتلة البروتون بوحدة الجول.  
ب. حول هذه القيمة إلى وحدة eV.

**$1.5 \times 10^{-10} \text{ J}$  (a)**

**$9.36 \times 10^8 \text{ eV}$  (b)**

**$1.87 \times 10^9 \text{ eV}$  (c)**

36. يمكن لكل من البوزترون والإلكترون أن يفني أحدهما الآخر، وينتج ثلاثة إشعاعات جاما. تم الكشف عن اثنين من إشعاعات جاما، فكانت طاقة أحدهما  $225 \text{ keV}$  وطاقة الآخر  $357 \text{ keV}$ . ما طاقة إشعاع جاما الثالث؟

**0.438 MeV**

37. كتلة النيوترون  $u = 1.008665$ .
- a. أوجد الطاقة المكافئة لكتلة النيوترون بوحدة MeV.
- 939.56 eV**
- b. أوجد الطاقة الكلية الصغرى لأشعة جاما التي يمكن أن تؤدي إلى تكون زوج من النيوترون وضدبيه النيوترون.
- 1879.1 MeV**
38. كتلة الميون  $u = 0.1135$  ، وهو يضمحل إلى إلكترون ونيوترينونين. ما مقدار الطاقة الناتجة عن هذا الانضمام؟

**105.2 MeV**

**مسألة تحفيز**

**متروك للطالب.**

39. قذف النواة لماذا يحتاج البروتون إلى طاقة أكثر من النيوترون عندما يستخدم لقذف النواة؟

**لأن كلا من البروتون والنواة له شحنة موجبة فإنهما يتنافران معاً. ويجب أن يكون للبروتون طاقة حركية كافية للتغلب على طاقة الوضع الناتجة عن التناحر. لا يتأثر النيوترون بقوة التناحر هذه.**

40. مسار الجسيمات تتحرك البروتونات في مسار مختبر فيرمي الشكل 11-7 في اتجاه عكس عقارب الساعة. ما اتجاه المجال المغناطيسي في معانط الثاني؟

**إلى أسفل، في اتجاه داخل الأرض.**

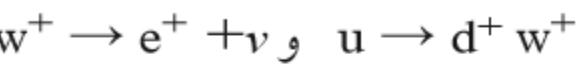
41. إنتاج الزوج يوضح الشكل 18-7 إنتاج أزواج الإلكترون-البوزترون. لماذا تتشتت مجموعة المسارات السفلية أقل من اثناء زوج المسارات العلوية؟

**لزوج الإلكترون/البروتون في الأسفل أكبر طاقة حركية.**

42. النموذج المعياري ابحث في محددات النموذج المعياري والبدائل المحتملة.

في النموذج المعياري العديد من المعطيات تم الحصول عليها فقط من خلال التجارب، وجمسيمات هيجز التي حددت مقاييس الطاقة لمجموعة لم يتم العثور عليها، وهذه النتائج لم تكون نظرية ولم تكتمل، ويعد كل من التماثل الأقصى ونظرية الوتر هما البدائل الممكنة.

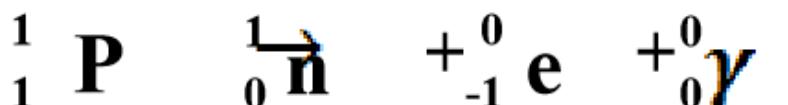
43. التفكير الناقد تأمل المعادلات التاليتين.



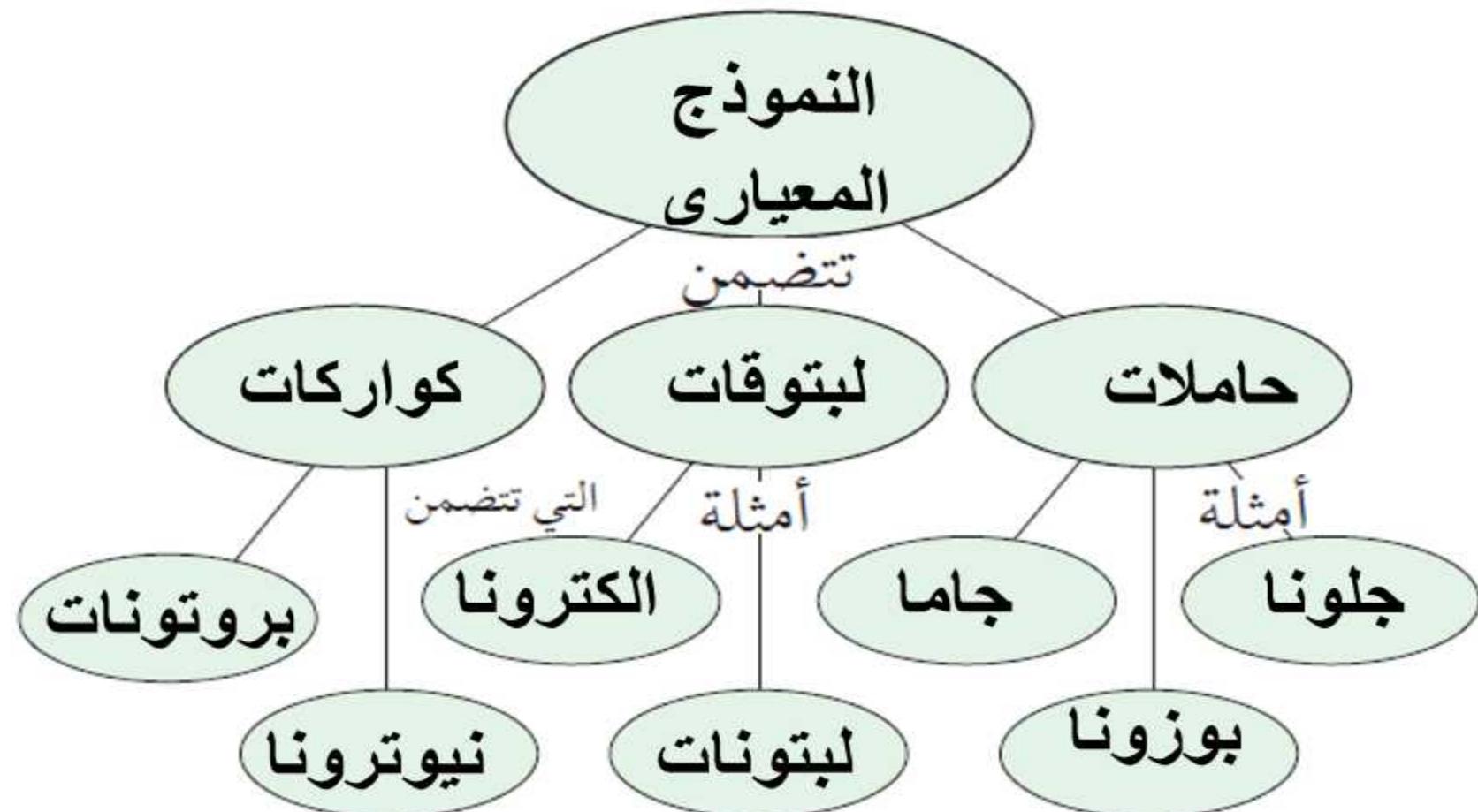
كيف يمكن استخدامهما لتفسير الأضخم حلال الإشعاعي للنيوكليلون الذي ينتج عن انبعاث البوزترون والنيوترينيو؟ اكتب المعادلة التي تتضمن نيوكليلونات بدلاً من الكواركات.

(٤٣) لأن البروتون له كوارك  $u$  واحد أكثر مما يحتويه النيوترون فإن المعادلة

ستكون على النحو التالي:



44. نظم المصطلحات التالية في خريطة المفاهيم:  
 النموذج المعياري، أشعة جاما، حاملات القوة، البروتونات، النيوترونات، البتونات، بووزونات W، نيوترينوات، إلكترونات، جلونات.



45. ما القوة التي تدفع النيوكليونات داخل النواة ليبتعد بعضها عن بعض؟ وما القوة التي تعمل على ربط مكونات النواة معًا داخل النواة؟

### قوة التنافر الكهربائية، القوة النووية القوية.

46. عرّف فرق كتلة النواة. ما سببها؟

فرق (نقص) الكتلة هو الفرق بين مجموع كتل الجسيمات المنفردة للنواة وكتلة النواة. ويرتبط مع طاقة الربط النووية من خلال المعادلة  $E=mc^2$ .

47. أي الأنوية أكثر استقراراً عموماً: الصغيرة أم الكبيرة؟  
الأنوية الثقيلة تكون غير مستقرة بصورة عامة. الأعداد الكبيرة من البروتونات يجعل قوة التنافر الكهربائية تتغلب على القوة القوية.

48. ما النظير الذي له عدد أكبر من البروتونات:  
اليورانيوم - 235 أم اليورانيوم - 238  
كلاهما له العدد نفسه من البروتونات.

49. عُرِّف مفهوم الأضمحلال، كما يستخدم في الفيزياء،  
واذكر مثالاً عليه.

الأضمحلال هو عملية تغير عنصر ما إلى عنصر آخر بواسطة التفاعل النووي. مثال: يضمحل  $\text{U-238}$  إلى  $\text{Th-234}$  وجسيم ألفا.

50. الجسيم المشع ما الأسماء الشائعة لكل من جسيم  $\alpha$ ،  
وجسيم  $\beta$ ، وإشعاع  $\gamma$ ؟

نواة الهيليوم، إلكترون، وفوتون ذو طاقة عالية.

51. ما الكميتان اللتان يجب أن تكونا محفوظتين دائماً في  
أي تفاعل نووي؟

العدد الذري لحفظ الشحنة، العدد الكتلي لحفظ عدد النيوكليونات.

52. الطاقة النووية ما سلسلة العمليات التي يجب أن  
تحدث حتى يحدث التفاعل المتسلسل؟

كثيراً من النيترونات يجب أن تتحرر بواسطة النواة المنشطرة وتمتص من  
قبل الأنوية المجاورة، مما يجعلها تتشطر.

53. الطاقة النووية ما الدور الذي يؤديه المهدئ في مفاعل الانشطار؟

يبطئ المهدئ النيوترونات السريعة، مما يزيد من احتمالية امتصاصها.

54. الانشطار النووي والاندماج النووي عمليتان متعاكستان. كيف يحرر كل منها طاقة؟

عندما تخضع ذرة كبيرة لانشطار نووي فإن كتلة النواتج تكون أقل من كتلة النواة الأصلية، وكمية الطاقة المكافئة لفرق الكتلة تتحرر، عندما تندمج الأنوية الصغيرة مكونة أنوية أكبر تكون الكتلة الأكبر أكثر تماساً من النواة الأقل كتلة. والكتلة الزائدة تظهر على شكل طاقة.

55. فيزياء الطاقة القوية لماذا لا يعمل المسار العطبي بالنيوترونات؟

لأنها تسرع الجسيمات المشحونة باستخدام القوة الكهربائية، والنيوترون لا يحمل شحنة كهربائية.

56. القوى في أي التفاعلات الأربع التالية (القوية، الضعيفة، الكهرومغناطيسية، التجاذب) تشارك الجسيمات التالية؟

- a. إلكترون الكهرومغناطيسية، القوة الضعيفة، الجاذبية.
- b. بروتون القوة القوية، الكهرومغناطيسية، الجاذبية.
- c. نيوترينو القوة الضعيفة.

57. ماذا يحدث للعدد الذري والعدد الكتلي للنواة التي تشع بوزتروناً؟

**يقل العدد الذري بمقدار 1، ولا تغيير في العدد الكتلي.**

58. ضديد المادة ماذا يحدث إذا سقط حجر نيزكى يتكون من ضديد بروتونات وضديد نيوترينو وضديد إلكترونات على الأرض؟

**تفني بكمية مكافئة من المادة منتجة كمية كبيرة من الطاقة.**

59. الانشطار يدعى أحد الواقع الإلكتروني أن العلماء سيكونون قادرين على إخضاع الحديد للانشطار النووي. هل يمكن أن يكون هذا الادعاء صحيحاً؟ فسر.

إنها ليست صحيحة، الحديد من أكثر المعادن ترابطاً، لذا فإن نواته الأكثر استقراراً، ولا تستطيع الأضمحلال عن طريق الانشطار.

60. استخدم الرسم البياني لطاقة الربط لكل نوية في الشكل 2-7 لتحديد ما إذا كان التفاعل  ${}^1_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{H}$  ممكناً من حيث الطاقة؟

طاقة الربط الابتدائية أقل من طاقة الربط النهائية، ولذلك فإن التفاعل ممكن بفاعلية كبيرة.

61. النظائر وضح الفرق بين النظائر المشعة التي تنتج اصطناعياً وتلك التي تنتج طبيعياً.

**المادة المشعة الطبيعية هي تلك المادة التي تبين أنها توجد في الخامات**

**الطبيعية، تخضع المواد المشعة الاصطناعية للاضمحلال الإشعاعي بعد قذفها بواسطة الجسيمات.**

62. المفاعل النووي في المفاعل النووي، يتدفق الماء الذي يعبر من قلب المفاعل خلال حلقة واحدة، بينما يتدفق الماء الذي يولّد البخار لتحريك التوربينات خلال الحلقة الثانية. لماذا توجد حلقتان؟

**إن الماء الذي يتدفق من خلال القلب يكون عند ضغط عالي، لذلك فإنه لا يغلي، تحمل الدورة الثانية الماء عند ضغط منخفض منتجة البخار.**

63. انشطار نواة اليورانيوم واندماج أنوية الهيدروجين الأربع لإنتاج نواة الهيليوم كلّا هما يتتجان طاقة.

a. أيهما ينتج طاقة أكبر؟ **نواة اليورانيوم (200 MeV).**

b. في أي الحالتين التاليتين تكون الطاقة الناتجة أكبر:  
انشطار كيلوجرام واحد من أنوية اليورانيوم،

أم اندماج كيلوجرام من الهيدروجين؟ **اندماج كيلوجرام من الهيدروجين.**

c. لماذا تختلف إجابة الجزأين a و b؟

(c) على الرغم من أن انشطار نواة يورانيوم واحدة تنتج طاقة أكبر من اندماج أربعة أنوية هيدروجين لإنتاج الهيليوم، فهناك عدد من أنوية الهيدروجين في الكيلوجرام أكثر 200 مرة من عدد أنوية اليورانيوم الموجودة في الكيلوجرام.

### 7-1 النواة

64. ما الجسيمات التي تكون ذرة  $^{109}_{47}\text{Ag}$ ؟ وما عدد كل منه؟

47 إلكتروناً.

47 بروتوناً.

62 نيوتروناً.

65. ما مرمي النظير (الذي يستخدم في التفاعلات النووية) لذرة زنك مكونة من 30 بروتوناً و 34 نيوتروناً؟



66. نظير الكبريت  $S^{32}_{16}$  له كتلة نووية مقدارها  $31.97207 \text{ u}$  ما مقدار:

a. فرق الكتلة للنظير؟ **-0.29177 u**

b. طاقة الربط النووية لنواة الكبريت؟ **-271.78 MeV**

c. طاقة الربط لكل نيوكليلون؟ **-8.4931 MeV/نيوكليون**

67. نظير النيتروجين  $N^{12}_7$  كتلة نووية مقدارها  $12.0188 \text{ u}$  ما مقدار:

a. طاقة الربط لكل نيوكليلون؟ **-6.1556 MeV/نيوكليون**

b. أيهما يحتاج إلى طاقة أكبر: فصل النيوكليون من نواة  $N^{12}_7$  ، أو من نواة  $N^{14}_7$  ؟ علماً بأن كتلة  $N^{14}_7$  تساوي  $14.00307 \text{ u}$ .

**تحتاج إلى طاقة أكبر لإزالة النوكليون من نواة  $N^{14}_7$  .**

68. يبعد بروتونان موجبا الشحنة في نواة الهيليوم أحدهما عن الآخر مسافة  $m = 10^{-15} \times 2.0$  تقريرياً. استخدم قانون كولوم لإيجاد القوة الكهربائية للتنافر بين البروتونين. سوف تعطيك الإجابة مؤشراً عن مقدار القوة النووية القوية.

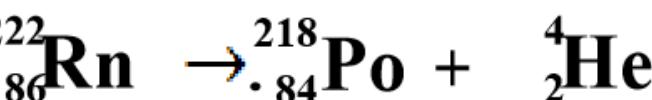
**58 N**

69. إذا كانت طاقة الربط النووية لنواة الهيليوم  $^{4}_{2}\text{He}$   $28.3 \text{ MeV}$  فاحسب كتلة نظير الهيليوم بوحدة الكتلة الذرية.

**4 u**

## 7-2 الأضمحلال النووي والتفاعلات النووية

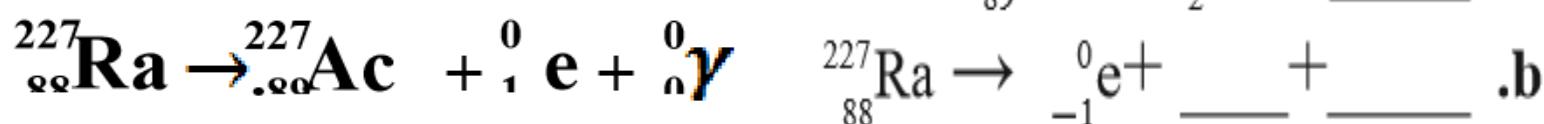
70. اكتب المعادلة النووية الكاملة لاضمحلال ألفا للنظير  $^{222}_{86}\text{Rn}$ .



71. اكتب المعادلة النووية الكاملة لاضمحلال بيتاللنظير  $^{89}_{36}\text{Kr}$ .



72. أكمل المعادلات النووية التالية:



73. عمر النصف لنظير معين 3.0 أيام. ما النسبة المئوية للهادئة الأصلية التي ستبقى بعد:

6.3 % 25 % 9.0.b 13 % 12.c 12.e 10.0.a

74. في إحدى حوادث مختبر أبحاث، انسكب نظير مشع عمر النصف له ثلاثة أيام. وكان الإشعاع ثانية أضعاف الكمية العظمى المسموح بها. كم يجب أن يتظر العاملون قبل أن يستطيعوا الدخول إلى المختبر؟

لتخفيف النشاطية الإشعاعية إلى ثمن الكمية الأصلية، يجب أن تنتظر ثلاثة أعمار نصف أو 9 أيام.

75. عندما يُقذف نظير البورون  $^{11}\text{B}$  ببروتونات فإنه يمتصل ببروتوناً ويطلق نيوتروناً.

a. ما العنصر المتركون؟ **الكريبون**.

b. اكتب المعادلة النووية لهذا التفاعل.

c. النظير المتركون مشع ويضم حل بانبعاث بوزترون.

اكتب المعادلة النووية الكاملة لهذا التفاعل.

76. حررت القنبلة الذرية الأولى طاقة تعادل

$2.0 \times 10^1$  كيلو طن من مادة TNT. فإذا كان كل

كيلو طن واحد من TNT يكافئ  $5.0 \times 10^{12}$  ج. وكان

اليورانيوم-235 يحرر ذرة/j  $3.21 \times 10^{-11}$  ج، فكم

كانت كتلة اليورانيوم 235 التي خضعت للانشطار

لتوليد طاقة القنبلة؟

**1.2 kg**

77. خالل تفاعل الاندماج يتحدى ديترونان  $^2_1\text{H}$  لتكوين نظير الهيليوم  $^3_2\text{He}$ . ما الجسيم الآخر الذي تكون؟
78. عمر النصف لنظير البولونيوم  $^{209}_{84}\text{Po}$  103 سنة. كم تستغرق عينة 100g حتى تضمحل ليبقى منها 3.1 g؟

### 7-3 وحدات بناء المادة

79. ما شحنة الجسيم الذي يتكون من ثلاثة كواركات علوية؟
80. شحنة ضديد الكوارك معاكسه لشحنة الكوارك. يتكون البيون من كوارك علوبي ومن ضديد الكوارك السفلي  $\bar{ud}$ . ما شحنته هذا البيون؟
81. تتكون البيونات من كوارك وضديد الكوارك. أوجد شحنة البيون الذي يتكون من:
- a.  $u\bar{u}$  **0 شحنة.**
  - b.  $d\bar{u}$  **-1 شحنة.**
  - c.  $d\bar{d}$  **0 شحنة.**
- +2 جسيمات مشحونة أولية.
- +1 جسيم مشحون أولي.

82. الباريونات جسيمات تتكون من ثلاثة كواركات.  
أوجد الشحنة على كل من الباريونات التالية:

a. نيوترون  $\text{d}\bar{\text{u}}\text{u}$ . **0**

b. ضديد بروتون  $\text{u}\bar{\text{d}}\bar{\text{u}}$ . **-1**

83. نصف قطر السنكروترون في مختبر فيرمي 2.0 km،  
وتتحرك البروتونات التي تدور داخله بسرعة  
تساوي سرعة الضوء في الفراغ تقريباً.

a. ما الفترة الزمنية التي يحتاج إليها البروتون حتى  
يكملي دورة كاملة.  **$2.1 \rightarrow 10^{-5} \text{ s}$**

b. تدخل البروتونات الحلقة بطاقة 8.0 GeV  
فتكتسب طاقة 2.5 MeV في كل دورة. ما عدد  
الدورات التي يجب أن يكملها قبل أن تصل  
طاقتها إلى 400.0 GeV  **$1.6 \rightarrow 10^5$**  دورة

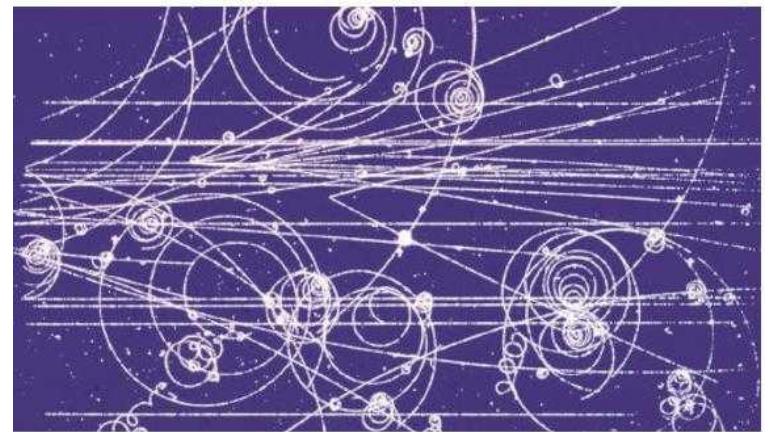
c. ما الفترة الزمنية التي تحتاج إليها البروتونات  
حتى تتسارع إلى 400.0 GeV **3.4 s**

d. ما المسافة التي تقطعها البروتونات التي تنقل  
خلال هذا التسارع؟  **$10^9 \text{ m}$**  أو مليون كيلومتر تقريباً.

84. الشكل 20-7 يبيّن مسارات في حجرة الفقاعة. ما بعض الأسباب التي تسبب انحراف أحد المسارات أكثر من المسارات الأخرى؟

## تختني مسارات الجسيمات الأسرع بشكل أقل.

### مراجعة تراكمية



الشكل 20-7

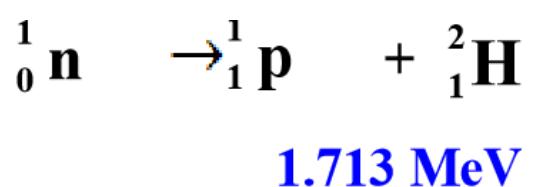
85. كل الأنوية التالية تستطيع أن تتصس جسيم  $\alpha$ . افترض أنه لا تنبئ جسيمات ثانوية من النواة، أكمل المعادلات التالية:



86. عمر النصف للراديون  ${}_{86}^{211}\text{Rn}$  15h. ما الكمية المتبقية من العينة بعد مرور 60 h؟

$$\frac{1}{16} \text{ يبقى}$$

87. إحدى تفاعلات الاندماج البسيطة تتضمن إنتاج الديوتيريوم  ${}_{1}^{2}\text{H}$  (2.014102 u) من نيوترون وبروتون. اكتب تفاعل الاندماج الكامل، وأوجد مقدار الطاقة المتحررة.



88. كتلة نواة اليورانيوم  $U_{92}^{232}$  = 232.0372 u، ويضم محل إلى الشوريوم  $Th_{90}^{228}$  ، الذي كتلته = 228.0287 u، بابناث جسيم  $\alpha$  الذي كتلته = 4.0026 u، وطاقته الحركية 5.3 MeV، كم يجب أن تكون الطاقة الحركية لنواة الشوريوم المتكونة؟ **0.2 MeV**

### التفكير الناقد

89. استنتاج لأشعة جاما زخم. وزخم شعاع جاما ذي الطاقة  $E$  يساوي  $c/E$ ، حيث  $c$  سرعة الضوء. عندما يضم محل زوج إلكترون-بوزترون إلى إشعاعي جاما فإن كلًا من الزخم والطاقة يجب أن يكونا محفوظين. إذا كان مجموع طاقات أشعة جاما تساوي 1.02 MeV، وكان كلًّ من البوزترون والإلكترون مبدئيًّا في حالة سكون، فكم يجب أن يكون مقدار واتجاه زخم إشعاعين من أشعة جاما؟

لأن العزم الابتدائي صفر فإن هذا يجب أن يكون العزم النهائي، لذلك فإن شعاعي جاما يجب أن يكون لهما عزمان متساويان في المقدار ومختلفان في الإشارة، مقدار العزم =  $2.72 \times 10^{-22} \text{ kg.m/s}$

90. استنتاج إذا كان زوج إلكترون-بوزترون مبدئياً في حالة سكون، ويستطيع أن يضمحل إلى ثلاثة إشعاعات جاما، وكانت إشعاعات جاما الثلاثة لها طاقات متساوية، فكيف يجب أن تكون اتجاهاتها النسبية؟ ووضح بالرسم.

لحظ الزخم فإن إشعاعات جاما الثلاثة يجب أن تكون في المستوى نفسه وبزوايا  $120^\circ$  بينها.

91. قدر يطلق تفاعل اندماجي واحد في الشمس طاقة  $25 \text{ MeV}$  تقريباً. قدر عدد التفاعلات التي تحدث في ثانية من سطوع الشمس الذي يكون عنده معدل الطاقة المنبعثة  $4 \times 10^{26} \text{ W}$ .

92.

تفسير البيانات يُراقب نظير يخضع لاضمحلال إشعاعي بواسطة كاشف إشعاعي، فيسجل عدد العدات كل خمس دقائق. وبحسب النتائج الموضحة في الجدول 4-7 أزيلت العينة بعد ذلك، وسجل الكاشف الإشعاعي 20 عددة ناتجة عن الأشعة الكونية خلال 5 دقائق. أوجد عمر نصف النظير. لاحظ أنه يجب أن تطرح 20 عددة أولية من كل نتيجة. ثم عين العدات كدالة رياضية مع الزمن برسم بياني، وحدد عمر النصف.

الجدول 4-7	
قياسات لاضمحلال الإشعاعي	
العدات (لكل 5 دقائق)	الزمن (دقيقة)
987	0
375	5
150	10
70	15
40	20
25	25
18	30

4 دقائق تقربياً.

### الكتابة في الفيزياء

93. ابحث في الفهم الحالي للمادة المعتمة في الكون، وما أهمية هذه المادة لعلماء الكونيات؟ وما مكونات هذه المادة؟

(٩٣) 25% تقريباً من الكون مادة معتمة، وهناك حاجة لتفسير دوران المجرة

وتمدد الكون وبناء على إحدى النظريات فإن المادة المعتمة ليست مصنوعة من المواد العادية التي يشملها النموذج المعياري. قد تتفاعل مع المواد العادية فقط من خلال الجاذبية والقوى النووية الضعيفة.

94. ابحث في تعقب الكوارك العلوي. لماذا افترض الفيزيائيون وجوده؟

اقترح العلماء النظريون وجود صفة مميزة للكواركات، وأدركوا أن الكواركات توجد على شكل أزواج. وجد الكوارك السفلي عام 1977م، أما الكوارك العلوي فلم يتم العثور عليه حتى عام 1995م.

### مراجعة تراكمية

95. إلكترون طول موجة دي برويلي له  $400.0 \text{ nm}$ .  
(الطول الموجي الأقصر في الضوء المرئي).

a. أوجد سرعة الإلكترون.

$$1.82 \times 10^3 \text{ m/s}$$

b. احسب طاقة الإلكترون بوحدة eV.

$$9.43 \times 10^{-6} \text{ eV}$$

96. يدخل فوتون طاقته  $14.0 \text{ eV}$  ذرة هيدروجين في حالة استقرار ويؤينها. ما مقدار الطاقة الحركية

$$0.4 \text{ eV}$$

التي ينطلق بها الإلكترون من الذرة؟

# اختبار مقنن

## أسئلة الاختيار من متعدد

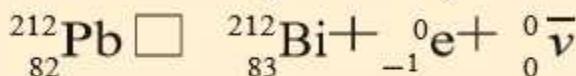
اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. ما عدد البروتونات، النيوترونات، والإلكترونات في نظير النيكل 60 ( $^{60}_{28}\text{Ni}$ )؟

الإلكترونات	النيوترونات	البروتونات
28	32	28
32	28	28
28	32	32
28	28	32

A

2. ما الذي يحدث في التفاعلات التالية؟



B

C اضمحلال جاما

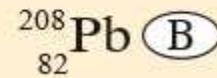
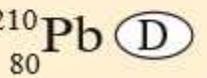
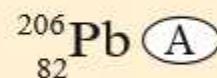
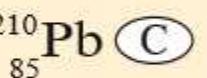
D فقد بروتون

A اضمحلال ألفا

B اضمحلال بيتا

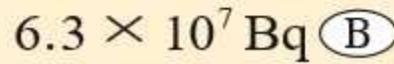
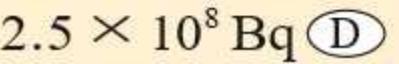
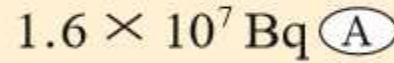
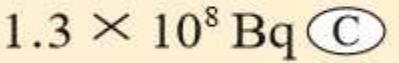
3. ما الناتج عندما يخضع البولونيوم- $^{210}_{84}\text{Po}$  لاضمحلال ألفا؟

A



4. تبعث عينة من اليود-131 المشع جسيمات بيتا بمعدل  $2.5 \times 10^8 \text{ Bq}$ . إذا كان عمر النصف لليود 8 أيام. فما النشاطية بعد مرور 16 يوماً؟

B



5. حدد النظير المجهول في هذا التفاعل:  
$$^{14}_7\text{N} + \text{نيوترون} \rightarrow ^{14}_6\text{C} + ?$$

A



6. أي نوع من الأضمحلال لا يغير عدد البروتونات  
أو النيترونات في النواة؟

D

C بيتا

A البوزترون

D جاما

B ألفا

7. نظير البولونيوم - 210 له عمر نصف 138 يوماً.  
ما مقدار الكمية المتبقية من عينة 2.34 kg بعد مرور  
أربعة أعوام؟

C

1.51 g C

0.644 mg A

10.6 g D

1.50 mg B

8. يتصادم إلكترون وبوزترون فيفني كل منهما الآخر،  
ويطلقان طاقتهما على شكل أشعة جاما. ما أقل طاقة  
لأشعة جاما؟ (الطاقة المكافئة لكتلة الإلكترون  
. (0.51 Mev

B

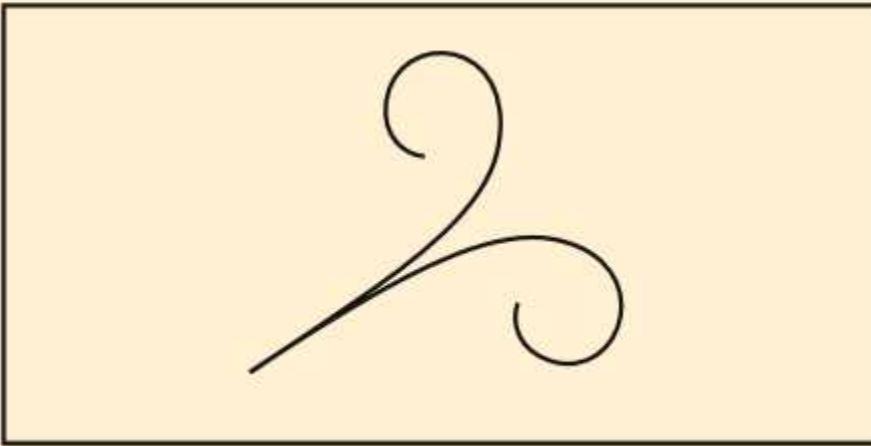
931.49 MeV C

0.51 MeV A

1863 MeV D

1.02 MeV B

٩. يبيّن الرسم التوضيحي أدناه المسارات في حجرة الفقاعة التي تنتج عندما تضمحل أشعة جاما إلى بوزترون وإلكترون. لماذا لا تغادر أشعة جاما المسار؟



D

- (A) تنتقل أشعة جاما بسرعة عالية جدًا خلال مساراتها لكي يتم اكتشافها.
- (B) أزواج من الجسيمات فقط يمكن أن تغادر المسارات في حجرة الفقاعة.
- (C) يجب أن يكون للجسيم كتلة حتى يتفاعل مع السائل ويغادر المسار، وأشعة جاما عديمة الكتلة فعليًا.
- (D) أشعة جاما متعادلة كهربائيًا، لذلك فلا تؤين السائل.

## الأسئلة الممتدة

10. يطلق انشطار نواة يورانيوم - 235 طاقة  $J \times 10^{-11}$  تقريرياً. ويحررطن واحد من مادة TNT طاقة  $J \times 10^9$  تقريرياً. ما عدد أنوية اليورانيوم - 235 في قنبلة الانشطار النووي الذي يطلق طاقة تكافئ 20000طن من مادة TNT؟

$$\text{عدد الأنوية} = 10^{24} \times 2 \text{ نواة.}$$