

١. الأعداد الكتلية لنظائر اليورانيوم هي ٢٣٤، ٢٣٥، ٢٣٨. والعدد الذري لليورانيوم هو ٩٢. ما عدد نيوترونات نواة كل نظير؟

الحل:

عدد النيوترونات =  $A - Z$

نيوترونا  $234 - 92 = 142$

نيوترونا  $235 - 92 = 143$

نيوترونا  $238 - 92 = 146$

٢. العدد الكلي لنظير الأوكسجين ١٥. ما عدد نيوترونات نواة هذا النظير؟

الحل:

نيوترونا  $A - Z = 15 - 8 = 7$

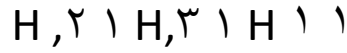
٣. ما عدد نيوترونات نظير الزئبق ٨٠. ٢٠٠ Hg؟

الحل:

نيوترونا  $A - Z = 200 - 80 = 120$

٤. اكتب رموز نظائر الهيدروجين الثلاثة التي تحتوي على صفر،  
وواحد، واثنين من النيوترونات.

الحل:



استخدم القيم المبينة لحل المسائل التالية:

كتلة الهيدروجين =  $1.007825 \text{ u}$ ، وكتلة النيوترون =  $1.008665 \text{ u}$ ،

$$\text{و } 1 \text{ u} = 931.49 \text{ MeV}$$

٥. كتلة نظير الكربون  ${}^{12}_6\text{C}$  =  $12.00000 \text{ u}$ . احسب:

a. فرق الكتلة.

b. طاقة الربط النووية بوحدة MeV.

الحل:

a.

$$\begin{aligned} & \text{(نقص الكتلة)} = \text{(كتلة النظير)} - \text{(كتلة البروتونات والإلكترونات)} - \text{(كتلة النيوترونات)} \\ & = 12.000000 \text{ u} - (6)(1.007825 \text{ u}) - (6)(1.008665 \text{ u}) \\ & = -0.098940 \text{ u} \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} & \text{طاقة الربط النووية} = \text{(نقص الكتلة)} \times \text{(طاقة الربط النووية لـ 1 u)} \\ & = (-0.098940 \text{ u})(931.40 \text{ MeV/u}) \\ & = -92.161 \text{ MeV} \end{aligned}$$

٦. نظير الهيدروجين الذي يحتوي على بروتون واحد ونيوترون واحد  
يسمى ديوتيريوم، كتلته ذرية  $2.014102 \text{ u}$ . ما مقدار:

a. نقص كتلته.

b. طاقة الربط للديوتيريوم بوحدة MeV؟

الحل:

a.

$$\text{نقص الكتلة} = (\text{كتلة النظير}) - (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) - (\text{كتلة النيوترونات})$$

$$= 2.014102 \text{ u} - 1.007825 \text{ u} - 1.008665 \text{ u}$$

$$= -0.002388 \text{ u}$$

b.

$$\text{طاقة الربط النووية} = (\text{نقص الكتلة}) (\text{طاقة الربط النووية لـ } 1 \text{ u})$$

$$= (-0.002388 \text{ u})(931.49 \text{ MeV/u})$$

$$= -2.2244 \text{ MeV}$$

٧. يحتوي نظير النيوتروجين  $^{15}_7\text{N}$  على سبعة بروتونات وثمانية نيوترونات، زكئلته  $15.0109 \text{ u}$ . احسب:

a. فرق الكتلة لهذه النواة.

b. طاقة الربط النووية لهذه النواة.

الحل:

a.

$$\text{نقص الكتلة} = (\text{كتلة النظير}) - (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) - (\text{كتلة النيوترونات})$$

$$= 15.010109 \text{ u} - (7)(1.007825 \text{ u}) - (8)(1.008665 \text{ u})$$

$$= -0.113986 \text{ u}$$

b.

$$\text{طاقة الربط النووية} = (\text{نقص الكتلة}) (\text{طاقة الربط النووية لـ } 1 \text{ u})$$

$$= (-0.113986 \text{ u})(931.49 \text{ MeV/u})$$

$$= -106.18 \text{ MeV}$$

٨. إذا كانت الكتلة النووية لنظير الأكسجين  $^{16}_8\text{O}$  تساوي  $15.994915 \text{ u}$ . احسب:

a. فرق الكتلة لهذا النظير؟

b. طاقة الربط النووية لهذا النظير؟

الحل:

a.

نقص الكتلة = (كتلة النظير) - (كتلة البروتونات والإلكترونات) - (كتلة النيوترونات)

$$= 15.994915 \text{ u} - (8)(1.007825 \text{ u}) - (8)(1.008665 \text{ u})$$

$$= -0.137005 \text{ u}$$

b.

طاقة الربط النووية = (نقص الكتلة) (طاقة الربط النووية  $1 \text{ u}$ )

$$= (-0.137005 \text{ u})(931.49 \text{ MeV/u})$$

$$= -127.62 \text{ MeV}$$

7-1 مراجعة

٩. الأنوية لاحظ أزواج الأنوية التالية:  $^{12}_6\text{C}$ ،  $^{13}_6\text{C}$ ،  $^{11}_5\text{B}$ ،  $^{11}_5\text{B}$ . فيم يتشابه كل زوج منها، وفيم يختلف؟

الحل:

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 التريتيوم  ${}^3_1\text{H}$  فإنه يطلق جسيم بيتا ويصبح  ${}^3_2\text{He}$ . أي نواة تتوقع أن يكون لها أكبر طاقة ربط نووية سالبة؟

الحل:

نواة التريتيوم، لأن التريتيوم يطلق جسما له كتلة وطاقة حركية نتيجة لاضمحلاله.

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

الحل:

للقوة الكهربائية مدى كبير، لذلك فإن جميع البروتونات تتنافر معا حتى في الأنوية الثقيلة. أما القوة القوية فلها مدى قصير، لذلك فإن البروتونات المتجاورة فقط تتجاذب. وتزداد قوة التنافر بزيادة حجم النواة، وبمعدل أسرع من القوة القوية.

١٢. فرق الكتلة أي النواتين في المسألة ١٠ لها نقص كتلة أكبر؟

الحل:

نواة التريتيوم.

١٣. فرق الكتلة وطاقة الربط إذا علمت أن كتلة نظير الكربون المشع  ${}^{14}_6\text{C}$  تساوي  $14,003074\text{ u}$ .

a. فما مقدار فرق الكتلة لهذا النظير؟

b. وما مقدار طاقة الربط النووية لهذا النظير؟

الحل:

a.

$$\begin{aligned} \text{نقص الكتلة} &= (\text{كتلة النظير}) - (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) - (\text{كتلة النيوترونات}) \\ &= 14.003074 \text{ u} - (6)(1.007825 \text{ u}) - (8)(1.008665 \text{ u}) \\ &= -0.113169 \text{ u} \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} \text{طاقة الربط النووية} &= (\text{نقص الكتلة}) (\text{طاقة الربط النووية لـ } 1 \text{ u}) \\ &= (-0.113196 \text{ u})(931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= -105.44 \text{ MeV} \end{aligned}$$

١٤. التفكير الناقد في النجوم المتقدمة في العمر، لا ينتج فقط الهيليوم والكربون عن طريق اتحاد أنوية مترابطة معا بشدة، ولكن ينتج أيضا الأكسجين ( $Z=8$ ) والسيليكون ( $Z=14$ ). ما العدد الذري للنواة الثقيلة التي يمكن أن تتكون بهذه الطريقة؟ فسر.

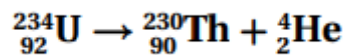
الحل:

العدد الذري للنواة الثقيلة هو ٢٦، وهو الحديد، لأن طاقة الربط النووية لها أكبر.



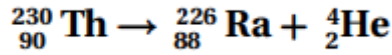
١٥. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير اليورانيوم المشع،  ${}^{234}_{92}\text{U}$  إلى نظير الثوريوم  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  بانبعث جسيم ألفا.

الحل:



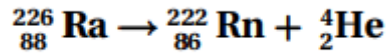
١٦. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير الثوريوم المشع  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  إلى نظير الراديوم المشع  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  بانبعث جسيم ألفا.

الحل:



١٧. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير الراديوم المشع ٢٢٦ ٨٨ Ra إلى نظير الرادون ٢٢٢ ٨٦ Rn، بانبعث جسيم a.

الحل:



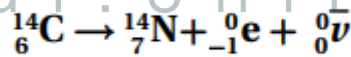
١٨. يمكن ان يتحول نظير الرصاص المشع ٢١٤ ٨٢ Pb إلى نظير البزموت المشع ٢١٤ ٨٣ Bi، بانبعث جسيم بيتا ونيوترينو. اكتب المعادلة النووية.

الحل:



١٩. يحدث اضمحلال لنظير الكربون المشع ١٤ ٦ C عندما ينبعث منه جسيم بيتا فيتحول على نظير النيتروجين ١٤ ٧ N. اكتب المعادلة النووية التي توضح ذلك.

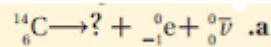
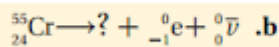
الحل:



ص ٢٠١

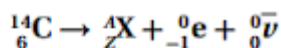
مسائل تدريبية

٢٠. استخدم الجدول الدوري لإكمال المعادلتين النوويتين التاليتين:



الحل:

a.

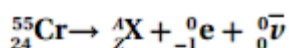


$$Z = 6 - (-1) - 0 = 7 \quad \text{حيث}$$

$$A = 14 - 0 - 0 = 14$$

وبما أن  $Z=7$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون النيتروجين  
N، أي أن  ${}^A_Z\text{X}$  هي  ${}^{14}_7\text{N}$ .

b.



$$Z = 24 - (-1) - 0 = 25 \quad \text{حيث}$$

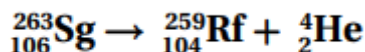
$$A = 55 - 0 - 0 = 55$$

وبما أن  $Z=25$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون المنجنيز  
Mn، أي أن  ${}^A_Z\text{X}$  هي  ${}^{55}_{25}\text{Mn}$ .

٢١. اكتب المعادلة النووية لتحول نظير السيبورجيم  ${}^{263}_{106}\text{Sg}$  إلى  
نظير جديد وجسيم ألفا.

الجلول اون لاين  
hulul.online

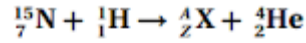
الحل:



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

الحل:

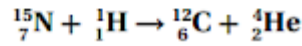




$$Z = 7 + 1 - 2 = 6 \quad \text{حيث}$$

$$A = 15 + 1 - 4 = 12$$

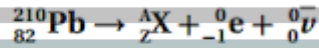
وبما أن  $Z = 6$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون الكربون C، والمعادلة يجب أن تكون:



٢٣. اكتب المعادلات النووية لاضمحلال بيتا للنظائر التالية:

الحل:

a.



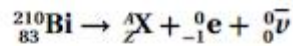
$$Z = 82 - (-1) - 0 = 83 \quad \text{حيث}$$

$$A = 210 - 0 - 0 = 210$$

وبما أن  $Z = 83$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون البزموت Bi، والمعادلة يجب أن تكون:



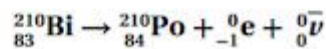
b.



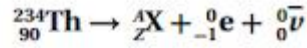
$$Z = 83 - (-1) - 0 = 84 \quad \text{حيث}$$

$$A = 210 - 0 - 0 = 210$$

وبما أن  $Z = 84$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون البولونيوم Po، والمعادلة يجب أن تكون:



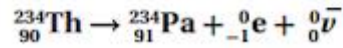
c.



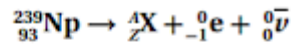
$$Z = 90 - (-1) - 0 = 91$$

$$A = 234 - 0 - 0 = 234$$

وبما أن  $Z=91$  ، تعني أن العنصر يجب أن يكون البروتكتينيوم Pa. والمعادلة يجب أن تكون:



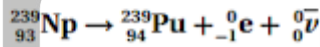
d.



$$Z = 93 - (-1) - 0 = 94 \quad \text{حيث}$$

$$A = 239 - 0 - 0 = 239$$

وبما أن  $Z=94$  ، تعني أن العنصر يجب أن يكون البلوتونيوم Pu، والمعادلة يجب أن تكون:



مسائل تدريجية

ارجع إلى الشكل ٧-٤ والجدول ٧-٢ لحل المسائل التالية:

٢٤. تولدت عينة تريتيوم  ${}^3_1\text{H}$  كتلتها ١,٠ g. ما كتلة التريتيوم التي تبقى بعد مرور ٢٤,٦ سنة؟

الحل:

$$\text{سنة } 24.6 = (2) (\text{سنة } 12.3)$$

وهذا يساوي ضعف عمر النصف:

$$\text{الكتلة المتبقية} = \left(\frac{1}{2}\right)^t \text{ الكتلة الأصلية}$$

$$= (1.0 \text{ g}) \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$= 0.25 \text{ g}$$

٢٥. عمر النصف لنظير النبتونيوم  ${}^{238}_{93}\text{Np}$  هو ٢,٠ يوم. فإذا أنتجت عينة كتلتها ٤,٠ g من النبتونيوم يوم الإثنين، فما الكتلة التي ستبقى منه يوم الثلاثاء من الأسبوع التالي؟

الحل:

$$(\text{يوم } 2.0)(4) = 8.0 \text{ يوم}$$

وهذا يساوي أربع أعمار نصف

$$\left(\frac{1}{2}\right)^t \text{ الكتلة الأصلية} = \text{الكتلة المتبقية}$$

$$= (4.0 \text{ g}) \left(\frac{1}{2}\right)^4$$

$$= 0.25 \text{ g}$$

٢٦. تم شراء عينة لإجراء من البولونيوم  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  بتاريخ ٩/١، وكان نشاطها الإشعاعي  $210.6 \text{ Bq}$ . استخدمت العينة لإجراء تجربة في ٦/١ من السنة التالية. ما النشاط الإشعاعي المتوقع للعينة؟

الحل:

عمر النصف للبولونيوم  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  هو 138 يوم، والمدة التي

خضع لها البولونيوم في التجربة بين 9/1 و 6/1 تساوي

273 يوم، أي ما يعادل ضعف عمر النصف، لذا؛ فالنشاط

الإشعاعي له يساوي:

$$= (2 \times 10^6 \text{ اضمحلال /s}) \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

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

٢٧. استخدم التريتيوم  $^3_1\text{H}$  في البداية في بعض ساعات اليد لتوليد التوهج الفلوري، لكي تستطيع قراءة الوقت في الظلام. إذا كان سطوع التوهج يتناسب طردياً مع النشاط الإشعاعي للتريتيوم، فكيف يكون سطوع هذه الساعة، بالمقارنة مع سطوعها الأصلي عندما يكون عمر الساعة ست سنين؟

الحل:

ست سنوات تساوي نصف فترة عمر النصف للتريتيوم الذي عمر النصف له 12.3 سنة. لذلك فإن التوهج يساوي:  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}}$  أو  $\frac{7}{10}$  تقريباً من التوهج الأصلي.

٢-٧ مراجعة:

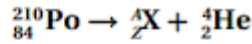
٢٨. اضمحلال بيتا كيف يمكن إطلاق إلكترون من النواة في اضمحلال بيتا إذا لم تحتو هذه النواة على الإلكترونات؟

الحل:

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

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

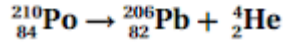
الحل:



$$Z = 84 - 2 = 82 \quad \text{حيث}$$

$$A = 210 - 4 = 206$$

وبما أن  $Z = 82$ ، يعني ذلك أن العنصر يجب أن يكون الرصاص Pb، والمعادلة يجب أن تكون:



٣٠. عمر النصف استخدم الشكل ٧-٤ والجدول ٧-٢ لتقدير عدد الأيام اللازمة لانخفاض نشاطية نظير اليود  ${}^{131}_{53}\text{I}$  إلى ثلاثة أثمان الكمية الأصلية.

**الحل:**

من خلال الرسم البياني، يتبقى  $\frac{8}{3}$  بعد مرور ١,٤ عمر نصف. ومن الجدول عمر النصف يساوي ٨,٠٧ أيام، لذلك يحتاج إلى ١١ يوما.

٣١. المفاعل النووي يستخدم الرصاص واقيا من الإشعاع. لماذا لا يمكن اعتباره خيارا جيدا ليكون مهدئا في المفاعل النووي؟

**الحل:**

يستخدم الرصاص درعا إشعاعيا، لأنه يمتص الإشعاع متضمنا النيوترونات، بينما المهدي يجب فقط أن يبطئ سرعة النيوترونات حتى يمكن أن تمتص بواسطة المواد الانشطارية.

٣٢. الاندماج النووي يحتوي تفاعل اندماجي واحد على نواتي ديوتيريوم  ${}^2_1\text{H}$ ، ويحتوي جزيء الديوتيريوم على ذرتي ديوتيريوم. لماذا لا تتعرض الذرتان لعملية الاندماج؟

**الحل:**

لأن الانوية يجب أن تتحرك داخل الجزيء بسرعة كبيرة جدا حتى تخضع للاندماج، وهذا لا يمكن أن يحدث.

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



الحل:

الطاقة المتحررة تساوي:

$$\begin{aligned} E &= ((\text{الكتلة النهائية}) - (\text{الكتلة الابتدائية})) (931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= ((\text{الكتلة البروتون}) - (\text{الكتلة الديوتيريوم}) - (\text{الكتلة الإلكترون})) (931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= ((2(1.007825 \text{ u}) - 2.014102 \text{ u} - (9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}) \left( \frac{1 \text{ u}}{1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}} \right))) (931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= 0.011 \text{ MeV} \end{aligned}$$

٣٤. التفكير الناقد تستخدم بواغث ألفا في كواشف التدخين. فيوضع باعث على أحد ألواح المكثف. وتصطدم جسيمات ألفا باللوح الآخر، ونتيجة لذلك يتولد فرق جهد بين اللوحين. فسر وتوقع أي اللوحين يكون له جهد موجب أكبر.

الحل:

اللوح الذي يصتعرض للقذائف جسيمات ألفا يكون له جهد موجب كبير، لأن جسيمات ألفا موجبة تحرك الشحنة الموجبة من لوح الباعث إلى لوح الذي يتعرض للقذف.

٣٥. كتلة البروتون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

a. أوجد الطاقة المكافئة لكتلة البروتون بوحدة الجول.

b. حول هذه القيمة إلى وحدة eV.

c. أوجد الطاقة الكلية الأصغر لأشعة جاما التي يمكن أن تؤدي إلى تكون زوج من البروتون وضديد البروتون.

الحل:

a.

$$\begin{aligned} E &= mc^2 \\ &= (1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= 1.50 \times 10^{-10} \text{ J} \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} E &= \frac{1.50 \times 10^{-10} \text{ J}}{1.60217 \times 10^{-19} \text{ J/eV}} \\ &= 9.36 \times 10^8 \text{ eV} \end{aligned}$$

c.

الطاقة الكلية الأصغر لأشعة جاما تساوي ضعف طاقة البروتون،

$$(2)(9.36 \times 10^8 \text{ eV}) = 1.87 \times 10^9 \text{ eV}$$

٣٦. يمكن لكل من البوزترون والإلكترون أن يفني أحدهما الآخر، وينتج ثلاثة إشعاعات جاما. تم الكشف عن اثنين من إشعاعات جاما، فكانت طاقة أحدهما ٢٢٥ keV وطاقة الآخر ٣٥٧ keV. ما طاقة إشعاع جاما الثالث؟

الحل:

كما ظهر في الدرس، فإن الطاقة المكافئة لكل من البوزترون والإلكترون تساوي ١.٠٢ eV، لذا فطاقة إشعاع جاما الثالث تساوي،

$$1.02 \text{ MeV} - 0.225 \text{ MeV} - 0.357 \text{ MeV} = 0.438 \text{ MeV}$$

٣٧. كتلة النيوترون ١,٠٠٨٦٦٥ u.

a. أوجد الطاقة المكافئة لكتلة النيوترون بوحدة MeV.

b. أوجد الطاقة الكلية الصغرى لأشعة جاما التي يمكن أن تؤدي إلى تكون زوج من النيوترون وضديد النيوترون.

الحل:

a.

$$\begin{aligned} E &= (931.49 \text{ MeV/u}) (\text{كتلة النيوترون بوحدة } u) \\ &= (1.008665 u)(931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= 939.56 \text{ MeV} \end{aligned}$$

b.

الطاقة الكلية الصغرى لأشعة جاما تساوي ضعف طاقة النيوترون،

$$\begin{aligned} E_{\text{صغرى}} &= 2E_n = (2)(939.56 \text{ MeV}) \\ &= 1879.1 \text{ MeV} \end{aligned}$$

٣٨. كتلة الميون  $0.1135 u$ ، وهو يضمحل إلى إلكترون ونيوترينو. ما مقدار الطاقة الناتجة عن هذا الاضمحلال؟

الحل:

الطاقة المتحررة = (كتلة الميون - كتلة الإلكترون)  $(931.49 \text{ MeV/u})$

$$\begin{aligned} &= (0.1135 u - (9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}) \left( \frac{1 u}{1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}} \right)) (931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= 105.2 \text{ MeV} \end{aligned}$$

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

الحل:

لأن كلا من البروتون والنواة له شحنة موجبة فهما يتنافران. ويجب أن يكون للبروتون طاقة حركية كافية للتغلب على طاقة الوضع الناتجة عن التنافر. في حين لا يتأثر النيوترون بقوة التنافر هذه.



٤٠. مسارع الجسيمات تتحرك البروتونات في مسارع نختبر فيرمي الشكل ٧-١١ في اتجاه عكس عقارب الساعة. ما اتجاه المجال المغناطيسي في مغناط الثني؟

الحل:

يكون اتجاهها إلى أسفل، في اتجاه داخل الأرض.

٤١. إنتاج الزوج يوضح الشكل ٧-١٨ إنتاج أزواج الإلكترون – البوزترون. لماذا تنتهي مجموعة المسارات السفلية أقل من انثناء زوج من المسارات العلوية؟

الحل:

لأن لزوج الإلكترون / البوزترون في الأسفل أكبر طاقة حركية , وبالتالي تكون لهما أكبر سرعة.

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

الحل:

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

٤٣. التفكير الناقد تأمل المعادلتين التاليتين:

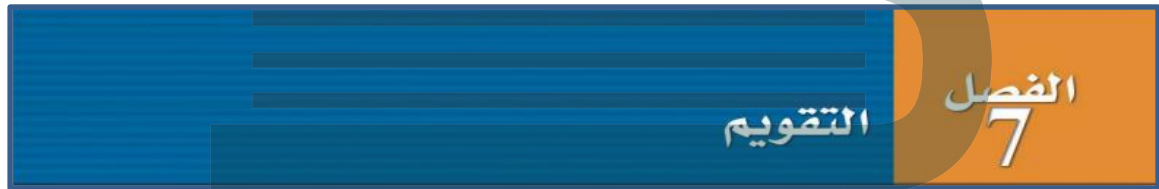
$$+W+ \rightarrow e+ + \nu, u \rightarrow d+ W$$

كيف يمكن استخدامها لتفسير الاضمحلال الإشعاعي للنوكليون الذي ينتج عن انبعاث البوزترون والنيوترينو؟ اكتب المعادلة التي تتضمن نيوكلونات بدلا من الكواركات.

الحل:

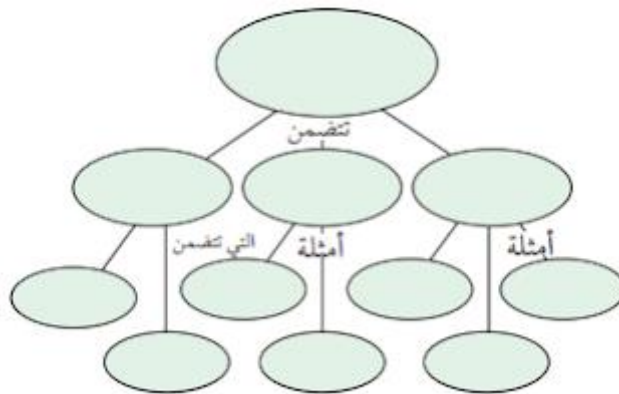
لأن البروتون له كوارك  $u$  واحد أكثر مما يحتويه النيوترون فإن المعادلة ستكون على النحو التالي:

$$p \rightarrow n + e + \bar{\nu}$$



خريطة المفاهيم

٤٤. نظم المصطلحات التالية في خريطة المفاهيم: النموذج المعياري، أشعة جاما، حاملات القوة، البروتونات، النيوترونات، اللبتونات، بوزونات  $W$ ، نيوترينات، إلكترونات، جلوونات.



### الحل:



### اقتان المفاهيم

٤٥. ما القوة التي تدفع النيوكليونات داخل النواة لئلا تتعد بعضها عن بعض؟ وما القوة التي تعمل على ربط مكونات النواة معا داخل النواة؟

### الحل:

القوة التي تدفع النيوكليونات داخل النواة لئلا تتعد بعضها عن بعض هي قوة التنافر الكهربائية، والقوة التي تعمل على ربط مكونات النواة معا داخل النواة هي القوة النووية القوية.

٤٦. عرف فرق كتلة النواة. ما سببها؟

### الحل:

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

٤٧. أي الأنوية أكثر استقرارا عموما: الصغيرة أم الكبيرة؟

### الحل:

تكزن الأنوية الثقيلة غير مستقرة بصورة عامة، لأن الأعداد الكبيرة من البروتونات يجعل قوة التنافر الكهربائية تتغلب على القوة النووية القوية.

٤٨. ما النظير الذي له عدد أكبر من البروتونات: اليورانيوم - ٢٣٥ أم اليورانيوم - ٢٣٨؟

الحل:

كلاهما له العدد نفسه من البروتونات.

٤٩. عرف مفهوم الاضمحلال، كما يستخدم في الفيزياء، واذكر مثالا عليه.

الحل:

الاضمحلال هو عملية تحول عنصر ما إلى عنصر آخر بواسطة التفاعل النووي. فمثلا، يضمحل  $U-238$  إلى  $Th-234$  وجسيم ألفا.

٥٠. الجسيم المشع ما الأسماء الشائعة لكل من جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وإشعاع جاما؟

الحل:

يسمى جسيم  $\alpha$  نواة الهيليوم، ويسمى جسيم  $\beta$  إلكترون، ويسمى  $\gamma$  فوتون ذو طاقة عالية.

٥١. ما الكميتان اللتان يجب أن تكونا محفوظتين دائما في أي تفاعل نووي؟

الحل:

العدد الذري لحفظ الشحنة، العدد الكتلي لحفظ عدد النيوكليونات.

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

الحل:

يجب أن تتحرر كثير من النيوترونات بواسطة النواة المنشطرة وتمتص من قبل الأنوية المجاورة، مما يجعلها تنشط.

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

الحل:

يبطئ المهدئ النيوترونات السريعة، مما يزيد من احتمالية امتصاصها.

٥٤. الانشطار النووي والاندماج النووي عمليتان متعاكستان. كيف يحرر كل منهما الطاقة؟

الحل:

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 تماسكا من النواة الأقل كتلة، والكتلة الزائدة تظهر على شكل طاقة.

٥٥. فيزياء الطاقة القوية لماذا لا يعمل المسارع الخطي بالنيوترونات؟

الحل:

لأن المسارع الخطي يسرع الجسيمات المشحونة باستخدام القوة الكهربائية، في حين النيوترونات لا تحمل شحنة كهربائية.

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

a. إلكترون

b. بروتون

c. نيوترون

الحل:

a. الكهرومغناطيسية، القوة الضعيفة، الجاذبية.

b. القوة القوية، الكهرومغناطيسية، الجاذبية.

c. القوة الضعيفة.

٥٧. ماذا يحدث للعدد الذري والعدد الكتلي للنواة التي تشع بوزترونات؟

الحل:

يقل العدد الذري بمقدار ١، ولا تغيير على العدد الكتلي.

$Z \rightarrow Z-1, A \rightarrow A$

٥٨. ضد المادة ماذا يحدث إذا سقط حجر نيزكي يتكون من ضد بروتونات، وضد نيوترونات وبوزترونات على الأرض؟

الحل:

تفنى وكمية مكافئة من المادة ينتج كمية كبيرة من الطاقة.

تطبيق المفاهيم

٥٩. الانشطار يدعى أحد المواقع الإلكترونية أن العلماء سيكونون قادرين على إخضاع الحديد للانشطار النووي. هل يمكن أن يكون هذا الادعاء صحيحاً؟ فسر.

### الحل:

هذا الادعاء ليس صحيحا، فالحديد من أكثر المعادن ترابطا. لذا فإن نواته أكثر استقرارا، ولا تتمكن من الاضمحلال سواء عن طريق الانشطار أو الاندماج.

٦٠. استخدم الرسم البياني لطاقة الربط لكل نوية في الشكل ٧-٢ لتحديد ما إذا كان التفاعل  ${}^1_2\text{H} + {}^3_2\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$  ممكنا من حيث الطاقة؟

### الحل:

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

٦١. النظائر وضح الفرق بين النظائر المشعة التي تنتج اصطناعيا وتلك التي تنتج طبيعيا.

### الحل:

المادة المشعة الطبيعية هي تلك المادة التي توجد في الخدمات الطبيعية وهي مشعة طبيعيا. في حين تشع النظائر المشعة الاصطناعية بعد خضوعها للاضمحلال الإشعاعي الناتج عن قذفها بواسطة الجسيمات.

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

### الحل:

في الحلقة الأولى فإن الماء الذي يتدفق من خلال القلب يكون عند ضغط عال، لذلك فإنه لا يغلي. في حين تحمل الحلقة الثانية المادة عند ضغط منخفض منتجة البخار .

٦٣. انشطار نواة اليورانيوم واندماج أنوية الهيدروجين الأربعة لإنتاج نواة الهيليوم كلاهما ينتج طاقة.

a. أيهما ينتج طاقة أكبر؟

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

c. لماذا تختلف إجابة الجزأين a، b؟

الحل:

a. كما ظهر في الدرس فإن الطاقة الناتجة من عملية انشطار نواة اليورانيوم هي  $200 \text{ MeV}$ . في حين الطاقة الناتجة من عملية اندماج أربع ذرات هيدروجين هي  $24 \text{ MeV}$ .

b. العدد الكتلي لليورانيوم القابل للانشطار هو ٢٣٥، في حين العدد الكتلي للهيدروجين هو ١. فلكلة متساوية من العنصرين يجب أن تكون نوى الهيدروجين ٢٣٥ مرة قدر نوى اليورانيوم وفي حالة الانشطار فإن كل نواة يورانيوم تنتج  $200 \text{ eV}$  من الطاقة. في حين ينتج اندماج ٢٣٨ من نوى الهيدروجين لإنتاج نوى الهليوم طاقة تساوي  $(4/238) (24 \text{ eV})$ ، أو حوالي ١٤٤٠ إلكترون فولت من الطاقة. أي أن اندماج كيلوجرام من الهيدروجين يعطي طاقة أكبر.

c. لأنه 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 الواحد أكثر ٢٠٠ مرة من عدد أنوية اليورانيوم الموجودة في الكيلوجرام.

اتقان حل المسائل

١-٧ النواة

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



الحل:

٤٧ إلكترون، ٤٧ بروتون، ٦٢ نيوترون.

٦٥. ما رمز النظير (الذي يستخدم في التفاعلات النووية) لذرة زنك مكونة من ٣٠ بروتون و ٣٤ نيوترون؟

الحل:

Zn ٣٠ ٦٤

٦٦. نظير الكبريت ٣٢ ١٠ S له كتلة نووية مقدارها ٣١,٩٧٢٠٧ u ما

مقدار:

a. فرق الكتلة للنظير؟

b. طاقة الربط النووية لنواة الكبريت؟

c. طاقة الربط لكل نيوكليون؟

الحل:

a.

$$\begin{aligned} \text{نقص الكتلة} &= (\text{كتلة النظير}) - (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) - (\text{كتلة النيوترونات}) \\ &= 31.97207 \text{ u} - (16)(1.007825 \text{ u}) - (16)(1.008665 \text{ u}) \\ &= -0.29177 \text{ u} \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} \text{طاقة الربط النووية} &= (\text{نقص الكتلة}) (\text{طاقة الربط النووية لـ } 1 \text{ u}) \\ &= (-0.29177 \text{ u})(931.5 \text{ MeV/u}) \\ &= -271.78 \text{ MeV} \end{aligned}$$

c.

طاقة الربط لكل نيوكليون تساوي:

$$\frac{-271.8 \text{ MeV}}{32 \text{ نيوكليون}} = -8.494 \text{ MeV/نيوكليون}$$

٦٧. لنظير النيتروجين  $^{12}_7\text{N}$  كتلة نووية مقدارها  $12,0188 \text{ u}$  ما مقدار:

a. طاقة الربط لكل نيوكليون؟

b. أيهما يحتاج إلى طاقة أكبر: فصل النيوكليون من نواة  $^{12}_7\text{N}$ ، أو من نواة  $^{14}_7\text{N}$ ؟ علما لأن كتلة  $^{14}_7\text{N}$  تساوي  $14,00307 \text{ u}$ .

الحل:

a.

$$\begin{aligned} \text{طاقة الربط النووية} &= (\text{نقص الكتلة}) (\text{طاقة الربط النووية لـ } 1\text{u}) \\ &= ((\text{كتلة النظير}) - (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) - (\text{كتلة النيوترونات})) (931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= ((12.0188 \text{ u}) - (7)(1.007825 \text{ u}) - (5)(1.008665 \text{ u}))(931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= -73.867 \text{ MeV} \\ \text{طاقة الربط لكل نيوكليون تساوي:} &= \frac{-73.867 \text{ MeV}}{12 \text{ نيوكليون}} = -6.1556 \text{ MeV/نيوكليون} \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} \text{طاقة الربط النووية لـ } ^{14}_7\text{N} \text{ تساوي:} &= ((\text{كتلة النظير}) - (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) - (\text{كتلة النيوترونات})) (931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= ((14.00307 \text{ u}) - (7)(1.007825 \text{ u}) - (7)(1.008665 \text{ u}))(931.49 \text{ MeV/u}) \\ &= -104.66 \text{ MeV} \\ \text{طاقة الربط لكل نيوكليون تساوي:} &= \frac{-104.66 \text{ MeV}}{14 \text{ نيوكليون}} = -7.4757 \text{ MeV/نيوكليون} \\ \text{وعليه فإن فصل النيوكليون من } ^{14}_7\text{N} &\text{ يحتاج إلى طاقة أكبر.} \end{aligned}$$

٦٨. يبتعد بروتونان موجبا الشحنة في نواة الهيليوم أحدهما عن الآخر مسافة  $2,0 \times 10^{-15} \text{ m}$  تقريبا. استخدم قانون كولوم لإيجاد القوة الكهربائية للتنافر بين البروتونين. سوف تعطيك الإجابة مؤشرا عن مقدار القوة النووية القوية.

الحل:

$$F = \frac{Kq_A q_B}{d^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) \frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(2.0 \times 10^{-15} \text{ m})^2} = 58 \text{ N}$$

٦٩. إذا كانت طاقة الربط النووية لنواة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$   $28.3 \text{ MeV}$  فاحسب كتلة نظير الهيليوم بوحدة الكتلة الذرية.

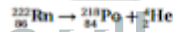
الحل:

$$\begin{aligned} \text{كتلة النظير} &= (\text{نقص الكتلة}) + (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) + (\text{كتلة النيوترونات}) \\ &= \left( \frac{\text{طاقة الربط النووية}}{(1 \text{ u} \cdot 931.49 \text{ MeV/u})} \right) + (\text{كتلة البروتونات والإلكترونات}) + (\text{كتلة النيوترونات}) \\ &= \left( \frac{-28.3 \text{ MeV}}{931.49 \text{ MeV/u}} \right) + (2)(1.007825 \text{ u}) + (2)(1.008665 \text{ u}) \\ &= 4.00 \text{ u} \end{aligned}$$

## ٢-٧ الاضمحلال النووي والتفاعلات النووية

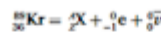
٧٠. اكتب المعادلة النووية الكاملة لاضمحلال ألفا للنظير  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ .

الحل:



٧١. اكتب المعادلة الكاملة لاضمحلال بيتا للنظير  ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ .

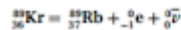
الحل:



$$\text{حيث ، } Z = 36 - (-1) - 0 = 37$$

$$A = 89 - 0 - 0 = 89$$

وبما أن  $Z = 37$  ، تعني أن العنصر يجب أن يكون الروبيديوم Rb. والمعادلة يجب أن تكون ،



٧٢. أكمل المعادلات النووية التالية:



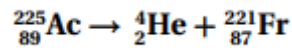
$$\underline{\hspace{1cm}} + \underline{\hspace{1cm}} + b. \text{ } ^{227}_{88}\text{Ra} \rightarrow \text{ } ^{0}_{-1}\text{e} + \underline{\hspace{1cm}}$$

$$\underline{\hspace{1cm}} + c. \text{ } ^{65}_{29}\text{Cu} + \text{ } ^{1}_{0}\text{n} \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} + \text{ } ^{1}_{1}\text{P}$$

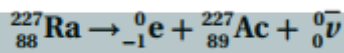
$$\underline{\hspace{1cm}} + d. \text{ } ^{235}_{92}\text{U} + \text{ } ^{1}_{0}\text{n} \rightarrow \text{ } ^{96}_{40}\text{Zr} + 3(\text{ } ^{1}_{0}\text{n}) + \underline{\hspace{1cm}}$$

الحل:

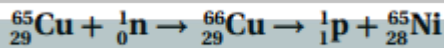
a.



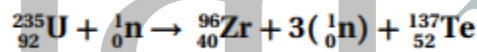
b.



c.



d.



٧٣. عمر النصف لنظير معين ٣,٠ أيام. ما النسبة المئوية للمادة الأصلية التي ستبقى بعد:

a. ٦,٠ أيام ؟

b. ٩,٠ أيام ؟

c. ١٢ يوما ؟

الحل:

a.

$$\frac{6.0 \text{ d}}{3.0 \text{ d}} = 2.0 \text{ عمر النصف}$$

$$\begin{aligned} \text{نسبة المتبقي} &= \left(\frac{1}{2}\right)^t \times 100\% \\ &= \left(\frac{1}{2}\right)^{2.0} \times 100\% \\ &= 25\% \end{aligned}$$

b.

$$\frac{9.0 \text{ d}}{3.0 \text{ d}} = 3.0 \text{ عمر النصف}$$

$$\begin{aligned} \text{نسبة المتبقي} &= \left(\frac{1}{2}\right)^t \times 100\% \\ &= \left(\frac{1}{2}\right)^{3.0} \times 100\% \\ &= 13\% \end{aligned}$$

c.

$$\frac{12 \text{ d}}{3.0 \text{ d}} = 4 \text{ عمر النصف}$$

$$\begin{aligned} \text{نسبة المتبقي} &= \left(\frac{1}{2}\right)^t \times 100\% \\ &= \left(\frac{1}{2}\right)^{4.0} \times 100\% \\ &= 6.3\% \end{aligned}$$

الجلول اون لاين  
hulul.online

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

الحل:

لكي تنخفض النشاطية الإشعاعية على ١/٨ الكمية الأصلية، يجب أن ينتظروا ثلاثة أعمار نصف، أي ٩ أيام.

٧٥. عندما يقذف نظير البورون  $^{11}_5\text{B}$  ببروتونات فإنه يمتص بروتونا ويطلق نيوترونا.

a. ما العنصر المتكون؟

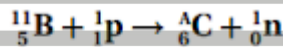
b. اكتب المعادلة النووية لهذا التفاعل.

c. النظير المتكون مشع ويضمحل بانبعاث بوزترون. اكتب المعادلة النووية الكاملة لهذا التفاعل.

الحل:

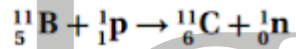
a. الكربون  $^{11}_6\text{C}$ .

b.

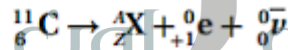


$$A = 11 + 1 - 1 = 11 \quad \text{حيث؛}$$

وعليه تكون المعادلة؛



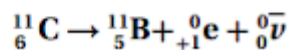
c.



$$Z = 6 - 1 - 0 = 5$$

$$A = 11 - 0 - 0 = 11$$

وبما أن  $Z = 5$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون البورون B، والمعادلة يجب أن تكون؛



٧٦. حررت القنبلة الذرية الأولى طاقة تعادل  $1.0 \times 10^{12}$  كيلو طن من مادة TNT يكافئ  $5.0 \times 10^{12}$  ج. وكان اليورانيوم - ٢٣٥ يحرر ذرة /  $2.1 \times 10^{11}$ ، فكم كانت كتلة اليورانيوم ٢٣٥ التي خضعت للانشطار لتوليد طاقة القنبلة؟

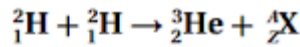
الحل:

$$E = (2.0 \times 10^1 \text{ kton}) (5.0 \times 10^{12} \text{ J/kton})$$

$$\left( \frac{1 \text{ atom}}{3.21 \times 10^{-11} \text{ J}} \right) \left( \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atom}} \right) \left( \frac{0.235 \text{ kg}}{\text{mol}} \right) = 1.2 \text{ kg}$$

٧٧. خلال تفاعل الاندماج يتحدد ديوترونان  ${}^2_1\text{H}$  لتكوين نظير الهيليوم  ${}^3_2\text{He}$ . ما الجسم الآخر الذي تكون؟

الحل:



$$Z = 1 + 1 - 2 = 0 \quad \text{حيث:}$$

$$A = 2 + 2 - 3 = 1$$

يجب أن يكون الجسيم نيوترون  ${}_0^1\text{n}$ .

٧٨. عمر النصف لنظير البولونيوم  ${}^{209}_{84}\text{Po}$  سنة. كم تستغرق عينة ١٠٠ g حتى تضمحل ليبقى منها ٣,١ g؟

الحل:

الكتلة المتبقية  $\left(\frac{1}{2}\right)^t = \frac{\text{الكتلة الأصلية}}{R}$

اعتبر الكتلة المتبقية  $R$  والكتلة الأصلية  $I$

$$R = I \left(\frac{1}{2}\right)^t = \frac{I}{2^t}$$

$$2^t = \frac{I}{R}$$

$$\log(2^t) = \log\left(\frac{I}{R}\right)$$

$$t \log 2 = \log\left(\frac{I}{R}\right)$$

$$t = \frac{\log\left(\frac{I}{R}\right)}{\log 2}$$

$$= \frac{\log\left(\frac{100 \text{ g}}{3.1 \text{ g}}\right)}{\log 2}$$

$$= 5 \text{ أعمار نصف}$$

أي أن العينة تستغرق 500 سنة حتى تضمحل ليبقى منها 3.1 g بعد ذلك.

### ٧-٣ وحدات بناء المادة

٧٩. ما شحنة الجسيم الذي يتكون من ثلاثة كواركات علوية؟

الحل:

كل كوارك علوي  $u$  شحنته  $+\frac{2}{3}$ . أي أن شحنة ثلاث كواركات علوية:

$$uuu = 3\left(+\frac{2}{3}\right) = +2 \quad \text{شحنة أولية}$$

٨٠. شحنة ضد كوارك معاكسة لشحنة الكوارك. يتكون البيون من كوارك علوي ومن ضد كوارك السفلي  $ud$ . ما شحنة هذا البيون؟

الحل:

$$u + \bar{d} = +\frac{2}{3} + \left(-\left(-\frac{1}{3}\right)\right) = +1 \quad \text{شحنة أولية}$$

٨١. تتكون البيونات من كوارك وضد كوارك. أوجد شحنة البيون الذي يتكون من:

a.  $UU$

b.  $dU$

c.  $dd$

الحل:

a.

$$u + \bar{u} = +\frac{2}{3} + \left(-\left(+\frac{2}{3}\right)\right) = 0 \quad \text{شحنة أولية}$$

b.

$$d + \bar{u} = -\frac{1}{3} + \left(-\left(+\frac{2}{3}\right)\right) = -1 \quad \text{شحنة أولية}$$

c.

$$d + \bar{d} = -\frac{1}{3} + \left(-\left(-\frac{1}{3}\right)\right) = 0 \quad \text{شحنة أولية}$$



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

a. نيوترون ddu.

b. صديد بروتون uud.

الحل:

a.

$$d + d + u = 2\left(-\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{2}{3}\right) = 0$$

b.

$$\bar{u} + \bar{u} + \bar{d} = -\left(\frac{2}{3}\right) + -\left(\frac{2}{3}\right) + -\left(-\frac{1}{3}\right)$$

$$= -1$$

٨٣. نصف قطر السنكروترون في مختبر فيرمي ٢,٠ km، وتتحرك البروتونات التي سرعة الضوء في الفراغ تقريبا.

a. ما الفترة الزمنية التي يحتاج إليها البروتون حتى يكمل دورة كاملة.

b. تدخل البروتونات الحلقة بطاقة ٨,٠ GeV فتكتسب طاقة ٢,٥ MeV في كل دورة. ما عدد الدورات التي يجب أن يكملها قبل أن تصل طاقتها إلى ٤٠٠,٠ GeV؟

c. ما الفترة الزمنية التي تحتاج إليها البروتونات حتى تتسارع إلى

٤٠٠,٠ GeV؟

d. ما المسافة التي تقطعها البروتونات التي تنقل خلال هذا التسارع؟

الحل:

a.

$$v = \frac{d}{t}$$

حيث  $d$  هي محيط السنكروترون:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{\pi(2.0 \times 10^3 \text{ m})}{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}} \quad \text{أي:}$$

$$= 2.1 \times 10^{-5} \text{ s}$$

b.

$$\frac{400.0 \times 10^9 \text{ eV} - 8.00 \times 10^9 \text{ eV}}{2.5 \times 10^6 \text{ eV/دورة}} = 1.6 \times 10^{-5} \text{ دورة}$$

c.

$$t = (1.6 \times 10^5 \text{ دورة}) (2.1 \times 10^{-5} \text{ s/دورة})$$

$$= 3.4 \text{ s}$$

d.

$$d = vt = (3.00 \times 10^8 \text{ m/s})(3.4 \text{ s})$$

$$= 1.0 \times 10^9 \text{ m,}$$

الجلول اون لاين  
h u l u l . o n l i n e  
أي حوالي مليون كيلومتر.

٨٤. الشكل ٧-٢٠ يبين مسارات في حجرة الفقاعة. ما بعض الأسباب التي تسبب انحراف أحد المسارات أكثر من المسارات الأخرى؟



الشكل 20-7

الحل:

تتحني مسارات الجسيمات الأسرع بشكل أقل.

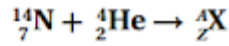
مراجعة تراكمية

٨٥. كل الأنوية التالية تستطيع أن تمتص جسيم a. افترض أنه لا تنبعث جسيمات ثانوية من النواة، أكمل المعادلات التالية:



الحل:

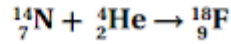
a.



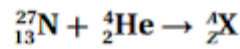
$$Z = 7 + 2 = 9 \quad \text{حيث:}$$

$$A = 14 + 4 = 18$$

وبما أن  $Z=9$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون الفلور  
F، والمعادلة يجب أن تكون:



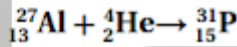
b.



$$Z = 13 + 2 = 15 \quad \text{حيث:}$$

$$A = 27 + 4 = 31$$

وبما أن  $Z=15$ ، تعني أن العنصر يجب أن يكون الفسفور  
P، والمعادلة يجب أن تكون:



٨٦. عمر النصف للرادون  ${}^{211}_{86}\text{Rn}$  ١٥ h. ما الكمية المتبقية من  
العينة بعد مرور ٦٠ h؟

الحل:

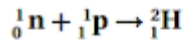
$$\frac{60 \text{ h}}{15 \text{ h}} = 4 \text{ أعمار نصف}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16} \quad \text{أي يتبقى من العينة الأصلية:}$$

٨٧. إحدى تفاعلات الاندماج البسيطة تتضمن إنتاج الديوتيريوم  ${}^2_1\text{H}$   
( $2.014102 \text{ u}$ ) من نيوترون وبروتون. اكتب تفاعل الاندماج الكامل،  
وأوجد مقدار الطاقة المتحررة.

الحل:

معادلة التفاعل هي:



الطاقة المحررة تساوي:

$$E = ((\text{الكتلة الابتدائية}) - (\text{الكتلة النهائية})) (931.49 \text{ MeV/u})$$

$$= ((\text{كتلة النيوترون}) + (\text{كتلة البروتون})) - (\text{كتلة الديتريوم}) (931.49 \text{ MeV/u})$$

$$= (1.008665 \text{ u}) + (1.007276 \text{ u}) - (2.014102 \text{ u}) (931.49 \text{ MeV/u})$$

$$= 1.7130 \text{ MeV}$$

٨٨. كتلة اليورانيوم  ${}_{92}^{232}\text{U}$   $232.0372 \text{ u}$ ، ويضمحل إلى الثوريوم  ${}_{90}^{228}\text{Th}$  الذي كتلته  $228.0287 \text{ u}$ ، بانبعث جسيم  $\alpha$  الذي كتلته  $4.0026 \text{ u}$ ، وطاقته الحركية  $5.3 \text{ MeV}$ ، كم يجب أن تكون الطاقة الحركية لنواة الثوريوم المتكونة؟

الحل:

الطاقة الحركية الكلية لنواتج الاضمحلال هي:

$$KE_{\text{الناتج}} = KE_{\text{th}} + KE_{\alpha}$$

$$KE_{\text{th}} = KE_{\text{الناتج}} - KE_{\alpha} \quad \text{لهذا،}$$

$$= ((\text{نقص الكتلة}) (931.49 \text{ MeV/u})) - KE_{\alpha}$$

$$= (({}_{92}^{232}\text{U} \text{ كتلة}) - ({}_{90}^{228}\text{Th} \text{ كتلة}) - ({}^4_2\text{He} \text{ كتلة})) (931.49 \text{ MeV/u}) - KE_{\alpha}$$

$$= ((232.0372 \text{ u}) - (228.0287 \text{ u}) - (4.0026 \text{ u})) (931.49 \text{ MeV/u}) - 5.3 \text{ MeV}$$

$$= 0.2 \text{ MeV}$$

التفكير الناقد

٨٩. استنتج لأشعة جاما زخم. وزخم شعاع جاما ذي الطاقة  $E$  يساوي  $E/c$ ، حيث  $c$  سرعة الضوء. عندما يضمحل زوج إلكترون - بوزترون إلى إشعاعي جاما فإن كلا من الزخم والطاقة يجب أن يكونا محفوظين. إذا كان مجموع طاقات أشعة جاما تساوي  $1.02 \text{ MeV}$ ، وكان كل من البوزترون والإلكترون مبدئياً في حالة سكون، فكم يجب أن يكون مقدار واتجاه زخم إشعاعين من أشعة جاما؟

**الحل:**

لأن الزخم الابتدائي صفراً، لذلك يجب أن يكون الزخم النهائي صفراً. وبما أن شعاعي جاما يجب أن يكون لهما زخمان متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه. ولذا يكون مقدار كل من الزخمين:

$$p_\gamma = \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{E}{c}\right)$$

$$= \frac{(1.02 \times 10^6 \text{ eV})(1.60 \times 10^{-19} \text{ J/eV})}{(2)(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})}$$

$$= 2.72 \times 10^{-22} \text{ kg.m/s}$$

أي أن كل منهما يتحرك بعكس الآخر.

٩٠. استنتج 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؟ وضح بالرسم.

**الحل:**

سيكون السؤال بالشكل التالي: كيف يكون الزخم الكلي صفراً لثلاث من إشعاعات جاما ذات الزخم المتساوي؟ حتى يتحقق ذلك يجب أن تكون الزاوية بين كل شعاع والآخر  $120^\circ$ ، وتكون الأشعة في مستوى واحد.

٩١. قدر يطلق تفاعل اندماجي واحد في الشمس طاقة ٢٥ MeV تقريبا.  
قدر عدد التفاعلات التي تحدث في ثانية من سطوع الشمس الذي يكون  
عنده معدل الطاقة المنبعثة ٤  $10^{26} \text{ W}$ .

الحل:

$$1 \text{ eV} = 1.6022 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$25 \text{ MeV} = (25 \times 10^6 \text{ eV} / \text{تفاعل}) (1.6022 \times 10^{-19} \text{ J/eV})$$

$$= 4.0 \times 10^{-12} \text{ J/تفاعل}$$

بما أن معدل الطاقة الكلية المنبعثة  $4 \times 10^{26} \text{ J/s}$ ، لذا فإن:

$$\frac{4 \times 10^{26} \text{ J/s}}{4.0 \times 10^{-12} \text{ J/تفاعل}} = 10^{38} \text{ تفاعل /s}$$

٩٢. تفسير البيانات يراقب نظير يخضع لاضمحلال إشعاعي بواسطة  
كاشف إشعاعي بواسطة كاشف إشعاعي، فيسجل عدد العدادات كل خمس  
دقائق. وبحسب النتائج الموضحة في الجدول ٧-٤ أزيلت العينة بعد ذلك،  
وسجل الكاشف الإشعاعي ٢٠ عدة ناتجة عن الأشعة الكونية خلال ٥  
دقائق. أوجد عمر نصف النظير. لاحظ أنه يجب أن تطرح ٢٠ عدة أولية  
من كل نتيجة. ثم عين العدادات كدالة رياضية مع الزمن برسم بياني، وحدد  
عمر النصف.

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

### الحل:

٤ دقائق تقريبا.

### الكتابة في الفيزياء

٩٣. ابحث في الفهم الحالية للمادة المعتمدة في الكون، وما أهمية هذه المادة لعلماء الكونيات؟ وما مكونات هذه المادة؟

### الحل:

يتكون الكون من مادة معتمدة بنسبة ٢٥٪ تقريبا، وهناك حاجة لتفسير دوران المجرات وتمدد الكون. وبناء على إحدى النظريات فإن المادة المعتمدة ليست مكونة من المواد العادية التي يشملها النموذج المعياري، وقد تتفاعل مع المواد العادية فقط من خلال الجاذبية والقوى النووية الضعيفة.

اقرأ الموضوع التالي المادة المعتمدة: انقر هنا

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

### الحل:

اقترح العلماء النظريون وجود صفحة مميزة للكواركات، وأدركوا أن الكواركات توجد على شكل أزواج. وعندما وجد الكوارك السفلي تجريبيا عام ١٩٧٧ م، أدرك العلماء أنه يجب أن يكون هناك شريك له وهو الكوارك العلوي، ولقصر عمر النصف للكوارك العلوي وكتلته الكبيرة، فتم العثور عليه أخيرا في مختبر فيرمي عام ١٩٩٥ م.

اقرأ الموضوع التالي: تعقب واكتشاف الكوارك القمي: انقر هنا

### مراجعة تراكمية

٩٥. إلكترون طول موجة دي برولي له ٤٠٠,٠ nm (الطول الموجي الأقصر في الضوء المرئي).



a. أوجد سرعة الإلكترون.

b. احسب طاقة الإلكترون بوحدة eV.

الحل:

a.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$v = \frac{h}{m\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J/Hz}}{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(400.0 \times 10^{-9} \text{ m})}$$

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

b.

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.82 \times 10^3 \text{ m/s})^2$$

$$\left(\frac{1 \text{ eV}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ J}}\right)$$

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

٩٦. يدخل فوتون طاقته ١٤,٠ eV ذرة هيدروجين في حالة استقرار ويؤينها. ما مقدار الطاقة الحركية التي ينطلق بها الإلكترون من الذرة؟

الحل:

$$KE = ( \text{طاقة الفوتون} ) + ( \text{طاقة الإلكترون في مستوى الاستقرار} )$$

$$= 14.0 \text{ eV} + (-13.6 \text{ eV})$$

$$= 0.4 \text{ eV}$$

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

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

(A)

(B)

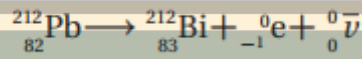
(C)

(D)

الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

٢. ما الذي يحدث في التفاعلات التالية؟



a. اضمحلال ألفا

b. اضمحلال بيتا

c. اضمحلال جاما

d. فقد بروتون

الحل:

الاختيار الصحيح هو: B

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

a.  $^{206}_{82}\text{Pb}$

b.  $^{208}_{82}\text{Pb}$

c.  $^{210}_{85}\text{Pb}$

d.  $^{210}_{80}\text{Pb}$

الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

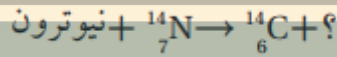
٤. تبعث عينة من اليود - ١٣١ المشع جسيمات بيتا بمعدل  $2.0 \times 10^8$  Bq. إذا كان عمر النصف لليود ٨ أيام. فما النشاطية بعد مرور ١٦ يوما؟

- a.  $1.6 \times 10^7$  Bq
- b.  $6.3 \times 10^7$  Bq
- c.  $1.3 \times 10^8$  Bq
- d.  $2.0 \times 10^8$  Bq

الحل:

الاختيار الصحيح هو: B

٥. حدد النظير المجهول في هذا التفاعل:



- a.  $1\ 1\text{H}$
- b.  $2\ 1\text{H}$
- c.  $3\ 1\text{H}$
- d.  $4\ 2\text{H}$

الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

٦. أي نوع من الاضمحلال لا يغير عدد البروتونات أو النيوترونات في النواة؟

- a. البوزترون
- b. ألفا
- c. بيتا
- d. جاما

الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

٧. نظير البولونيوم - ٢١٠ له عمر نصف ١٣٨ يوما. ما مقدار الكمية المتبقية من عينة ٢,٣٤ kg بعد مرور أربعة أعوام؟

- a. ٠,٦٤٤ mg
- b. ١,٥٠ mg
- c. ١,٥١ g
- d. ١٠,٦ g

الحل:

الاختيار الصحيح هو: C

٨. يتصادم إلكترون وبوزترون فيفني كل منهما الآخر، ويطلقان طاقتهما على شكل أشعة جاما. ما أقل طاقة لأشعة جاما؟ (الطاقة المكافئة لكتلة الإلكترون ٠,٥١ Mev).

- a. ٠,٥١ MeV
- b. ١,٠٢ MeV
- c. ٩٢١,٤٩ MeV
- d. ١٨٦٣ MeV

الحل:

الاختيار الصحيح هو: B

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

a. تنتقل أشعة جاما بسرعة عالية جدا 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 فعليا.

d. أشعة جاما متعادلة كهربائيا، لذلك فلا تؤين السائل.



الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

الأسئلة الممتدة

١٠. يطلق انشطار نواة يورانيوم - ٢٣٥ طاقة ٢,٣ J - ١١ - ١٠ x  
 تقريبا. ويحرر طن واحد من مادة TNT طاقة ٤ J ١٠.٨ x تقريبا.  
 ما عدد أنوية اليورانيوم - ٢٣٥ في قنبلة الانشطار النووي الذي  
 يطلق طاقة تكافئ ٢٠٠٠٠ طن من مادة TNT؟

الحل:

$$\text{عدد الأنوية} = (20.000 \text{ T}) \left( \frac{4 \times 10^9 \text{ J}}{\text{T}} \right) \left( \frac{\text{نواة}}{3.2 \times 10^{-11} \text{ J}} \right)$$

الحلول اون لاين  
 hulul.online  
 = 2x10<sup>24</sup> نواة