الملهم في الفيزياء

الفصل الثامن:
مقدمة إلى فيزياء النواة

د. أحمد محمد عوض الله

PHYSICS CENTER

الاسم: .....

للصف الثاني عشر (التوجيهي)

موقع مركز الفيزياء

www.physics-center.com

0797173752
info@physics-center.com

الطبعة الرابعة: 2022-2021 مزيدة ومنقحة
جميع الحقوق محفوظة

الفصل الثامن: الفيزياء النووية

١. البنية النووية وبعض خصائص النواة

- تتكون النواة من نوعين من الجسيمات: **البروتونات** (p^+) وهي جسيمات موجبة الشحنة، و**النيوترونات** $(n^{\pm})$ وهي جسيمات متعادلة كهربائياً.
- النواة الوحيدة التي لا تحتوي على النيوترونات هي: نواة الهيدروجين، حيث تحتوي فقط على بروتون واحد فقط.
- يسمى عدد البروتونات بالعدد الذري ويرمز له بالرمز (Z)، وهو يساوي عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة، والعدد الذري هو الذي يحدد نوع العنصر، حيث لكل عنصر عدد ذري خاص به لا يشبه أي عنصر آخر.
- يرمز لعدد النيوترونات بالرمز (N).
- تسمى الجسيمات النووية – البروتونات والنيوترونات – معاً بـ: **النيوكليونات**.
- يسمى عدد النيوكليونات بالعدد الكتلي ويرمز له بالرمز (A).

النيوكليونات.

- يحسب العدد الكتلي (عدد النيوكليونات) كما يلي:

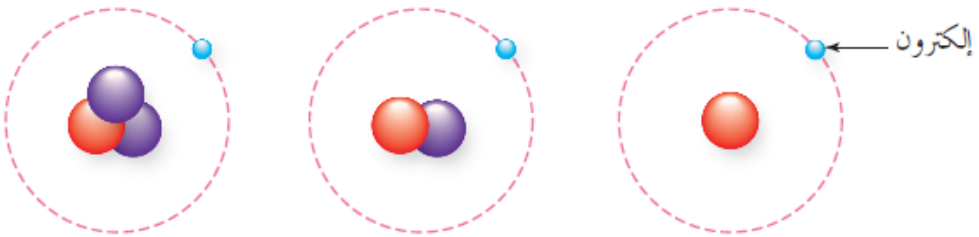
$$A = Z + N$$

- يعبر عن العنصر برمز عليه العدد الذري والكتلي: $^{A}_{Z}X$
- **نظائر العنصر**: ذرات للعنصر نفسه تتساوى أنويتها في العدد الذري، وتختلف في العدد الكتلي.
- من أمثلة النظائر:

$$^{11}_{6}C \; , \; ^{12}_{6}C \; , \; ^{13}_{6}C \; , \; ^{14}_{6}C$$

$$^{235}_{92}U \; , \; ^{236}_{92}U \; , \; ^{238}_{92}U$$

$$^{1}_{1}H \; , \; ^{2}_{1}H \; , \; ^{3}_{1}H$$



نظائر الهيدروجين.

- تتفاوت نسبة النظائر في الطبيعة، فهي تختلف من نظير إلى آخر. فمثلا: نظير الهيدروجين $^{1}_{1}H$ أكثر وجوداً في الطبيعة من نظيريه الآخرين.
- كذلك نظير الكربون $^{12}_{6}C$ أكثر وجوداً في الطبيعة من النظائر الأخرى $^{11}_{6}C$، $^{13}_{6}C$، $^{14}_{6}C$.

- استطاع العلماء انتاج نظائر بعض العناصر صناعياً.
- كتلة البروتون تساوي تقريبا كتلة النيوترون، وكتلة البروتون تساوي تقريبا ١٨٣٦ مرة قدر كتلة الإلكترون.
- في هذا الفصل سنستخدم وحدة أخرى غير (كغ) لقياس الكتلة تناسب الجسيمات الذرية، لأن الـ (كغ) تعتبر كبيرة جدا في الحسابات النووية، وهذه الوحدة هي: **وحدة كتل ذرية** ويرمز لها بالرمز **(و.ك.ذ)** والتي تكافئ $\frac{١}{١٢}$ من كتلة ذرة نظير الكربون $_{6}^{12}C$ حيث: ١ و.ك.ذ = ١,٦٦×١٠$^{-٢٧}$ كغ.

الجدول (٨–١): كتل الجسيمات الذرية.

الجسيم	الرمز	الكتلة (كغ)	الكتلة (و.ك.ذ)
البروتون	$ك_ب$	١,٦٧٢٦×١٠$^{-٢٧}$	١,٠٠٧٣
النيوترون	$ك_ن$	١,٦٧٤٩×١٠$^{-٢٧}$	١,٠٠٨٧
الإلكترون	$ك_e$	٩,١٠٩٤×١٠$^{-٣١}$	٥,٤٨٥٨×١٠$^{-٤}$

- افترض رذرفورد أن النواة كروية الشكل، ثم أثبتت التجارب ان معظم الأنوية كروية الشكل.
- يحسب نصف قطر النواة ($نق_{نواة}$) من العلاقة التالية:

$$نق_{نواة} = نق_{ه} \sqrt[٣]{A}$$

حيث، A: العدد الكتلي، $نق_{ه}$: ثابت يساوي ١,٢×١٠$^{-١٥}$م.

- لأن النواة كروية الشكل، فيمكن حساب حجمها من حجم الكرة ($ح = \frac{٤}{٣}\pi نق^{٣}$)، حيث يحسب حجم النواة من العلاقة:

$$ح_{نواة} = \frac{٤}{٣}\pi نق_{ه}^{٣} A$$

- حجم النواة يعتمد فقط على: العدد الكتلي لها.
- يمكن حساب كثافة النواة من العلاقة: ($ث = \frac{الكتلة}{الحجم}$)، وبالتالي فإن:

$$ث_{نواة} = \frac{ك_ب}{\frac{٤}{٣}\pi نق_{ه}^{٣}}$$

سنعتبر أن:
$ك_ب \cong ك_ن$
كتلة النواة التقريبية: $ك_ب \times A$

- تكون **كثافة** جميع الأنوية **متساوية**، رغم اختلافها في الكتلة والحجم (علل؟)، حيث:

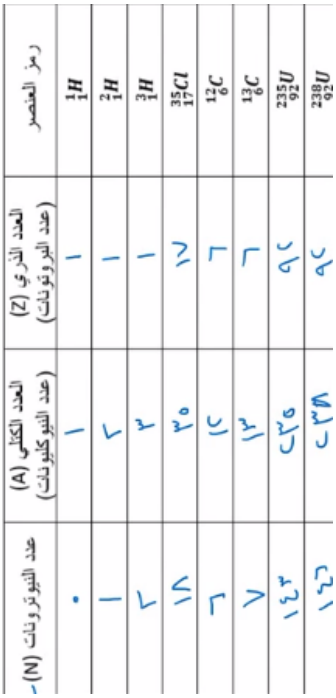
$$ث_{أي\ نواة} = ٢,٣ \times ١٠^{١٧}\ كغ/م^{٣}$$

أي أن كثافة نواة خفيفة كالهيليوم تساوي كثافة نواة متوسطة كالحديد، والسبب في ذلك أن مكونات النواة هي نفسها لجميع العناصر.

- إن مادة نووية بحجم حبة الحمص (نق = ٠,٥ سم) ستكون كتلتها تقريباً (١٢٠ مليون طن).

س١: احسب: عدد البروتونات (العدد الذري)، عدد النيوكليونات (العدد الكتلي)، عدد النيوترونات.

رمز العنصر	العدد الذري (Z) (عدد البروتونات)	العدد الكتلي (A) (عدد النيوكليونات)	عدد النيوترونات (N)
$_{1}^{1}H$			
$_{1}^{2}H$			
$_{1}^{3}H$			
$_{17}^{35}Cl$			
$_{6}^{12}C$			
$_{6}^{13}C$			
$_{92}^{235}U$			
$_{92}^{238}U$			



س٢: احسب نصف قطر كل من الأنوية التالية:

$_{1}^{1}H$ $\quad$ $_{4}^{8}Be$ أو $_{3}^{8}Li$ $\quad$ $_{13}^{27}Al$ $\quad$ $_{28}^{64}Ni$

س٣: احسب حجم نواة الـ $_{4}^{8}Be$.

س٤: أثبت أن:

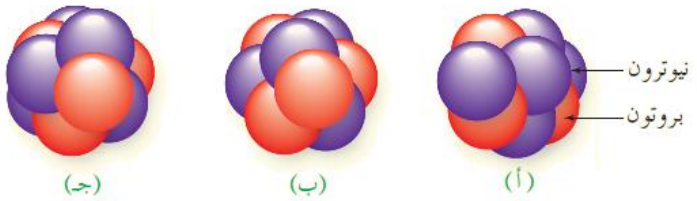
$$\text{ث}_{\text{نواة}} = \frac{\text{ك}_{\text{ب}}}{\frac{4}{3}\pi\,\text{نق}_{\text{ه}}^{3}}$$

س٥: احسب كثافة كل من نواتي الهيليوم $_{2}^{4}He$ ، والحديد $_{26}^{56}Fe$.

س٦: ما عدد البروتونات في نواة عنصر البوتاسيوم $_{19}^{39}K$ ؟ وما عدد النيوترونات فيها؟

س١: يمثل الشكل(٨–٣) ثلاث نوى مختلفة ممثلة بالرموز(أ، ب، جـ). أي النوى تشكل نظائر للعنصر نفسه؟ فسر إجابتك.

ب، جـ



س٢: (س، ص) نواتان، إذا علمت أن العدد الكتلي للنواة (س) يساوي ثلاثة أمثال العدد الكتلي للنواة (ص). فجد نسبة :

أ) ١
ب) ٣
جـ) ٣

أ) كثافة النواة (س) إلى كثافة النواة (ص).

ب) قطر النواة (س) إلى قطر النواة (ص).

جـ) حجم النواة (س) إلى حجم النواة (ص).

س٣: أي العبارات الآتية تصف الذرتين ($^{63}_{29}X$)، ($^{67}_{33}Y$) وصفًا صحيحًا؟

ج

أ) $N_y < N_x$.

ب) $N_y > N_x$.

جـ) $N_y = N_x$.

د) $Z_y = Z_x$.

وزارة ٢٠١٠ص

تمتاز معظم نوى العناصرِ بأن :

أ) كتلتها ثابتة تقريباً. ب) كثافتها ثابتة تقريباً. ج) حجمها ثابت تقريباً. د) كثافتها متغيرة .

ب

وزارة ٢٠١٨ش

أحد الرموز الآتية يعد نظيرًا للعنصر ($^{234}_{92}X$):

ب

- $^{234}_{90}A$
- $^{235}_{92}B$
- $^{192}_{90}C$
- $^{192}_{91}D$

وزارة ٢٠١٨ص

تختلف نواة الراديوم ^{226}Ra عن نواة ^{228}Ra في:

■ العدد الذري ■ عدد البروتونات ■ عدد النيوترونات ■ عدد الإلكترونات

ج

(وزارة ٢٠١٩ص)

تتشابه نظائر العنصر الواحد في:

أ) عدد البروتونات ب) عدد النيوترونات ج) عدد النيوكليونات د) العدد الكتلي

أ

(وزارة ٢٠٢٠ص علمي معيدين)

إذا علمت أن العدد الذري لعنصر ما يساوي (٣١) ونصف قطر نواته ($٤,٨ \times ١٠^{-١٥}$) م،

فإن عدد النيوترونات في نواته يساوي: (نق$_{ه}$ $= ١,٢ \times ١٠^{-١٥}$م)

أ) ٣١ ب) ٣٢ ج) ٣٣ د) ٣٤

ج

(وزارة ٢٠٢٠ص صناعي معيدين)

إذا علمت أن العدد الكتلي للنواة (س) يساوي مثلي العدد الكتلي للنواة (ص)، فإن:

أ) نصف قطر النواة (س) يساوي مثلي نصف قطر النواة (ص) ب) كثافة النواة (س) تساوي مِثلي كثافة النواة (ص)

ج) نصف قطر النواة (س) يساوي نصف قطر النواة (ص) د) كثافة النواة (س) تساوي كثافة النواة (ص)

د

(وزارة ٢٠٢١ش علمي معيدين)

(س، ص) نواتان لنظيري عنصر ما، إذا كان العدد الكتلي للنظير(س) يساوي مِثلي العدد الكتلي للنظير (ص)،

فإن نسبة العدد الذري للنظير(س) إلى العدد الذري للنظير (ص) هو:

أ) ١:٢ ب) ١:١ ج) ٢:١ د) ٤:١

ب

(وزارة ٢٠٢١ص علمي)

العدد الكتلي للعنصر (س) يساوي (٨) أمثاله للعنصر (ص). النسبة بين نصفي قطر النواتين ($\frac{نق_{س}}{نق_{ص}}$) تساوي:

أ) ٨ ب) $\frac{١}{٨}$ ج) ٢ د) $\frac{١}{٢}$

ج

(وزارة ٢٠٢١ص صناعي)

يوجد للحديد في الطبيعة أربعة نظائر، إذا حصلنا على نواة من كل نظير من هذه النظائر فإنها تكون متساوية في:

أ) الكتلة ب) الحجم ج) نصف القطر د) الكثافة

د

(وزارة ٢٠٢٢ش علمي تكميلي)

إذا علمت أن نصف قطر النواة (س) يساوي ($٣,٦ \times ١٠^{-١٥}$) م، فالنواة (س) هي نواة نظير:

أ) $^{25}_{13}Al$ ب) $^{27}_{13}Al$ ج) $^{60}_{27}Co$ د) $^{53}_{27}Co$

ب

النظائر هي ذرات للعنصر نفسه تتساوى أنويتها في:

أ) عدد النيوترونات ب) عدد النيوكليونات ج) العدد الكتلي د) العدد الذري

د

(وزارة ٢٠٢٢ش صناعي تكميلي)

عدد النيوكليونات في نواة العنصر ($^{39}_{19}K$) يساوي:

أ) ١٩ ب) ٢٠ ج) ٣٩ د) ٥٨

د

٢. استقرار النواة

- على الرغم من أن البروتونات الموجودة داخل النواة تتنافر كهربائياً حسب قانون كولوم، إلا أن مكونات النواة متماسكة تمسك ببعضها البعض.
- السبب في ذلك وجود نوع آخر من القوى (غير قوة التنافر الكهربائي) تربط مكونات النواة معاً، تسمى القوة النووية.
- **القوة النووية** هي: قوة تجاذب ذات مدى قصير جداً تربط النيوكليونات المتجاورة في النواة.
- تنشأ القوة النووية بين النيوكليونات جميعها بغض النظر عن شحنتها، لأنها لا تعتمد على الشحنة، فكل نيوكليونين متجاورين يتجاذبان بغض النظر عن شحنة أي منهما سواء أكانا بروتونين أم نيوترونين أم بروتوناً ونيوتروناً.
- البروتونات والنيوترونات تتجاذب بفعل القوة النووية بالإضافة إلى تنافر البروتونات بفعل القوة الكهربائية.
- تمتاز القوة النووية بأنها قوة تجاذب فقط، وليست تنافر، بينما القوة الكهربائية قد تكون تجاذب أو تنافر.

س١: حدد القوى بين البروتونات والنيوترونات داخل النواة.

١. p-p : تجاذب نووي – تنافر كهربائي.
٢. n-n: تجاذب نووي.
٣. p-n: تجاذب نووي.

- تمتاز القوة النووية بكبر مقدارها وقصر مداها في حال كان النيوكليونان متجاورين

وتكون أكبر ما يمكن بين نيوكليونين متلاصقين (البعد بينهما $١,٤ \times ١٠^{-١٥}$م تقريباً)

وتصبح القوة النووية في نواة أصغر من قوة التنافر الكهربائي بين بروتونين إذا زاد البعد بينهما إلى أربعة أضعاف هذه المسافة.

- القوة النووية لها دور مهم في استقرار النواة.

س٢: تمتاز القوة النووية بجملة من الخصائص، اذكرها.

١. تكون تجاذب فقط وليس تنافر.
٢. تربط بين النيوكليونات (البروتونات والنيوترونات) المتجاورة في النواة.
٣. ذات مدى قصير.
٤. لا تتأثر بشحنة النيوكليونات.
٥. كبيرة المقدار في حال كان النيوكليونان متجاورين.

س٣: القوى التي تنشأ بين بروتون وبروتون داخل النواة هي:

أ) جذب نووي فقط.
ب) تنافر كهربائي فقط.
جـ) جذب نووي وتنافر كهربائي.
د) تنافر نووي وجذب كهربائي.

ج

س١: فسر ما يلي: يشكل عدد النيوترونات عاملا مهما في استقرار النواة.

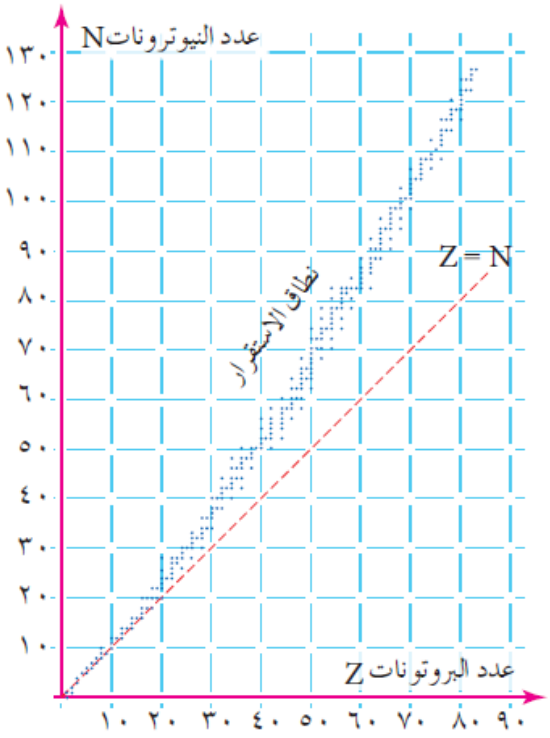
لأن النيوترونات متعادلة كهربائياً فتتأثر بالقوة النووية فقط. (زيادتها تؤدي إلى زيادة القوة النووية دون زيادة التنافر الكهربائي الذي يعمل على تفكيك النواة).

❖ تقسم الأنوية من حيث الاستقرار إلى:

- مستقرة (وهي الأنوية التي يكون عددها الذري $\geq$ ٨٢).
- غير مستقرة (وهي الأنوية التي يكون عددها الذري $<$ ٨٢).

❖ تمثل العلاقة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات بيانياً للنوى المستقرة ($Z \geq 82$) كما في الشكل التالي:

- تشير النقاط في الشكل إلى الأنوية المستقرة في الطبيعة.
- تقع الأنوية المستقرة في نطاق ضيق يسمى نقاط الاستقرار.



منحنى الاستقرار.

❖ اعتماداً على الشكل المجاور، يمكن تقسيم الأنوية في الطبيعة إلى ثلاثة أقسام:

١. **النوى المستقرة الخفيفة ($Z \geq 20$)** ويكون فيها:

أ. عدد البروتونات مساوٍ لعدد النيوترونات مثل نواة النيتروجين $(^{14}_{7}N)$، ولهذا تقع على الخط: $(N = Z)$.

ب. عدد البروتونات أقل من عدد النيوترونات مثل نواة النيتروجين $(^{23}_{11}Na)$، ولهذا تقع على الخط: $(Z < N)$.

٢. **النوى المتوسطة المستقرة ($20 < Z > 83$)** وتكون فيها:

- الأنوية واقعة ضمن نطاق الاستقرار فوق الخط $(Z = N)$، ولهذا يكون عدد النيوترونات فيها أكبر من عدد البروتونات.

(مثل نواة الزركونيوم $^{90}_{40}Zr$، وكذلك نواة الذهب $^{197}_{79}Au$)

س١: فسر ما يلي: يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات في الأنوية المتوسطة المستقرة.

وجود عدد كبير من البروتونات فيها يزيد من قوى التنافر الكهربائية بين بروتوناتها بشكل كبير، إلا أن عدد النيوترونات في هذه النوى يفوق دائماً عدد البروتونات، مما يجعل قوى التجاذب النووية سائدة على قوى التنافر الكهربائية.

٣. **النوى غير المستقرة ($Z \geq 83$)** وتكون فيها:

- الأنوية كبيرة الحجم – تتباعد النيوكليونات بعضها عن بعض – فتتعاظم قوى التنافر الكهربائية بين بروتوناتها – عندئذ لا تستطيع القوى النووية أن تتغلب على قوى التنافر الكهربائية أو تجاريها مهما بلغ عدد النيوترونات في النواة.

س٢: فسر ما يلي: تكون العناصر التي عددها الذري أكبر من ٨٢ غير مستقرة.

لأن الأنوية كبيرة الحجم، فسوف تتباعد النيوكليونات بعضها عن بعض، ولذلك تتعاظم قوى التنافر الكهربائية بين بروتوناتها، وعندئذ لا تستطيع القوى النووية أن تتغلب على قوى التنافر الكهربائية أو تجاريها مهما بلغ عدد النيوترونات في النواة.

س٣: فسر ما يلي: تعد نواة الثوريوم $^{234}_{90}\mathrm{Th}$ من النوى غير المستقرة.

لأنه عندما يكون العدد الذري ٨٣ أو يزيد عليه كما في نواة الثوريوم $^{234}_{90}Th$ (العدد الذري = ٩٠) فإن حجم النواة يصبح كبيراً، وتتباعد النيوكليونات عن بعضها أكثر فتتعاظم قوى التنافر الكهربائية بين بروتونات النواة، ولا تستطيع القوى النووية عندئذ أن تتغلب على قوى التنافر الكهربائية أو تجاريها مهما بلغ عدد النيوترونات فيها.

س٤: فسر ما يلي: نلاحظ انحراف نطاق الاستقرار نحو الأعلى مع زيادة العدد الذري في منحنى الاستقرار.

لأن النوى المتوسطة والمستقرة التي يقع عددها الذري ضمن المدى $20 < Z < 83$ فإن عدد نيوتروناتها يفوق عدد البروتونات فيها ولذلك تبقى قوى الجذب النووية سائدة على قوى التنافر الكهربائية في هذه النوى مما يجعل ميل نطاق الاستقرار أكبر من ١ فينحرف النطاق نحو الأعلى.

وزارة ٢٠٠٩ص

في استقرار النواة البروتونات تتجاذب بفعل القوى النووية كما أنها :

أ) تتنافر بفعل القوى المغناطيسية. **ب) تتجاذب بفعل القوى المغناطيسية.**

ج) تتجاذب بفعل القوى الكهربائية. **د) تتنافر بفعل القوى الكهربائية.** د

وزارة ٢٠١١ش

القوة التي تنشأ بين بروتون ونيوترون داخل النواة هي:

أ) تجاذب نووي فقط ب) تجاذب كهربائي فقط

ج) تجاذب نووي و تجاذب كهربائي د) تنافر نووي و تجاذب كهربائي

أ

وزارة ٢٠١٢ش

عدد النيوترونات في النوى المستقرّة يكون:

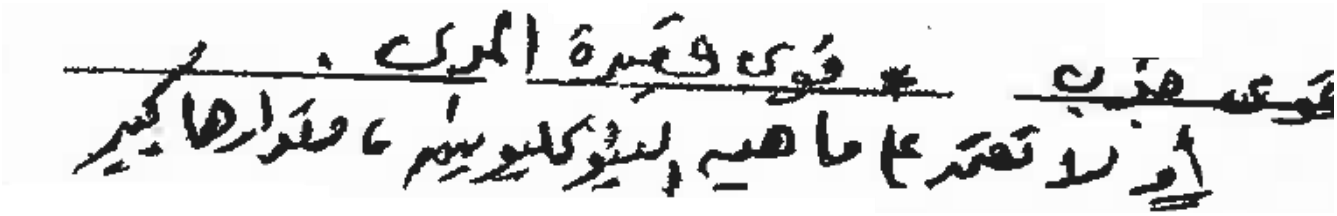
أ) أكبر من عدد البروتونات للنوى الخفيفة ب) أقل من عدد البروتونات للنوى الخفيفة

ج) أكبر من عدد البروتونات للنوى الثقيلة د) أقل من عدد البروتونات للنوى الثقيلة

ج

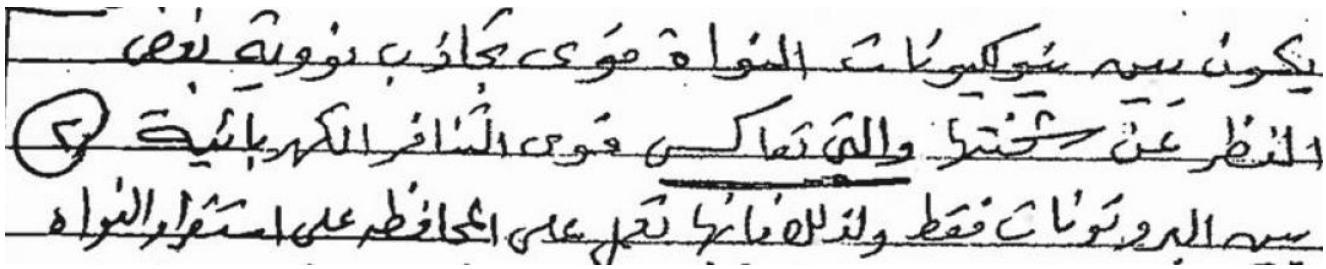
وزارة ٢٠١٥ش

انكر خاصيتين من خصائص القوى النووية.



وزارة ٢٠١٥ص

وضّح دور القوى النووية في استقرار النواة.



وزارة ٢٠١٨ش

أحد العناصر الآتية تُعد نواته غير مستقرة:

- $^{76}_{33}X$
- $^{90}_{40}Y$
- $^{179}_{79}Z$
- $^{234}_{90}E$

د

تمتاز القوة النووية التي تربط بين نيوكليونين متجاورين في النواة:

- بكبر مقدارها وطول مداها
- بكبر مقدارها وقصر مداها
- بصغر مقدارها وقصر مداها
- بصغر مقدارها وطول مداها

ب

وزارة ٢٠١٨ص

النُوى التي عددها الذري يساوي (٨٣) أو أكثر تُعد نوى غير مستقرّة بسبب:

- صغر حجم النواة وتباعد النيوكليونات
- صغر حجم النواة وتقارب النيوكليونات
- كبر حجم النواة وتباعد النيوكليونات
- كبر حجم النواة وتقارب النيوكليونات

ج

وزارة ٢٠١٩ش معيدين

ذرّة عددها الذرّي (١٣) وعدد النيوترونات في نواتها (١٤) :

١- احسب نصف قطر نواة هذه الذرّة.

٢- هل هذه النواة مستقرّة ؟ ولماذا؟

١- $A = Z + N = 13 + 14 = 27$ (١)

نق = نق$_{0}$ $\sqrt[3]{A}$ (١)

$= 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{27}$ (١)

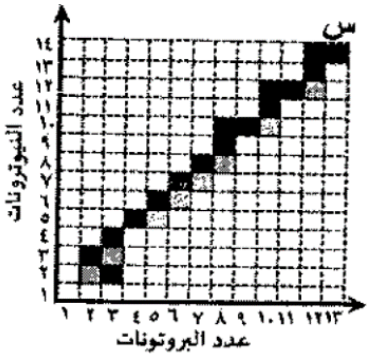
$= 3.6 \times 10^{-15}$ م (١)

٢- نعم مستقرة لأن $Z = 20$ (العدد الذري أقل من ٣٠) (١)

وعدد نيوتروناتها يزيد على عدد بروتوناتها .

(وزارة ٢٠١٩ص تكميلية)

يمثل الشكل المجاور جزءًا من منحنى استقرار بعض النوى. (١٠ علامات)



أجب عمّا يأتي:

١- احسب نصف قطر النواة (س).

٢- فسّر:

انحراف نطاق الاستقرار نحو الأعلى مع زيادة العدد الذري.

$٣,٦ \times ١٠^{-١٥}$ م

بسبب زيادة عدد النيوترونات على عدد البروتونات لتقوى قوة التجاذب النووي القصيرة المدى على قوة التنافر الكهربائية

(وزارة ٢٠٢١ص صناعي)

إحدى النوى الآتية من المؤكد أنها غير مستقرة:

أ) $^{90}_{40}Zr$ ب) $^{153}_{63}Eu$ ج) $^{197}_{79}Au$ د) $^{216}_{84}Po$ — د

(وزارة ٢٠٢٢ش علمي تكميلي)

القوة النووية هي قوة تجاذب تربط بين:

أ) الإلكترونات والبروتونات في الذرة

ب) النيوكليونات المتجاورة في النواة وهي ذات مدى قصير جدًّا

ج) الإلكترونات والنيوترونات في الذرة

د) النيوكليونات المتجاورة في النواة وهي ذات مدى كبير جدًّا — ب

(وزارة ٢٠٢٢ش صناعي تكميلي)

تمتاز القوى النووية داخل النواة في أنها تكون قوى تجاذب بين:

أ) النيوترونات، وتنافر بين البروتونات

ب) النيوترونات، ولا تؤثر في البروتونات

ج) البروتونات، ولا تؤثر في النيوترونات

د) كل من البروتونات والنيوترونات — د

٣. طاقة الربط النووية

❖ وضع أينشين في نظريته الشهيرة: النسبية الخاصة معادلة سماها معادلة تكافؤ الطاقة – الكتلة، حيث يمكن للكتلة أن تتحول إلى طاقة، كما يمكن للطاقة أن تتحول إلى كتلة، وهذه العلاقة كما يلي:

معادلة أينشتين في تكافؤ (الطاقة – الكتلة) ---------

ط مكافئة =

Δك كغ	إذا كانت الوحدة المطلوبة للطاقة هي كغ
Δك كغ × س^{٢}	إذا كانت الوحدة المطلوبة للطاقة هي جول
Δك و.ك.ذ	إذا كانت الوحدة المطلوبة للطاقة هي و.ك.ذ
Δك و.ك.ذ × ٩٣١ × ١٠^{٦}	إذا كانت الوحدة المطلوبة للطاقة هي e.V
Δك و.ك.ذ × ٩٣١ × ١٠^{٦} × ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$	إذا كانت الوحدة المطلوبة للطاقة هي جول

حيث Δك: هي الكتلة التي تحولت إلى طاقة، س: سرعة الضوء في الفراغ.

❖ تبين هذه المعادلة أنه يمكن الحصول على طاقة هائلة من مقدار صغير جداً من الكتلة.

❖ الطاقة الناتجة من تحول (١ و.ك.ذ) إلى طاقة تساوي (٩٣١,٥) مليون إلكترون فولت.

س١: احسب الطاقة المكافئة لكتلة البروتون بوحدة المليون إلكترون فولت.

MeV ٩٣٧,٧٩٦٣

❖ ساهم جهاز مطياف الكتلة في تعيين كتل النوى وكتل مكوناتها (بروتونات ونيوترونات) بدقة كبيرة.

❖ يقصد بكتلة النواة: كتلة النواة كاملة بمكوناتها كما هي في الطبيعة.

❖ يقصد بكتل مكوناتها: كتلة البروتونات والنيوترونات الموجودة داخل النواة بشكل منفصل.

❖ لاحظ العلماء وجود فرق في الكتلة بين: كتلة النواة وكتلة مكوناتها.

❖ هذا الفرق في الكتلة تحول إلى طاقة (حسب معادلة الطاقة – الكتلة لأينشتين)، وهذه الطاقة تربط مكونات النواة مع بعضها البعض، وتسمى طاقة الربط النووية.

❖ كتلة المكونات = (كتلة البروتون× عدد البروتونات + كتلة النيوترون × عدد النيوترونات)

وبالرموز: $ك_{\text{المكونات}} = ك_{ب} \times Z + ك_{ن} \times N$

❖ يحسب الفرق في الكتلة بين كتل النواة ومكوناتها (Δك) من العلاقة التالية:

$$Δك = ك_{\text{المكونات}} - ك_{\text{النواة}}$$

$$Δك = (ك_{ب} \times Z + ك_{ن} \times N) - ك_{\text{النواة}}$$

❖ مثال توضيحي: نواة الديتيريوم تحتوي على بروتون ونيوترون:

$$ك_{\text{المكونات}} = Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}$$
$$= ١ \times ١,٠٠٧٣ + ١ \times ١,٠٠٨٧$$
$$= ٢,٠١٦ \text{ و.ك.ذ}$$

والفرق في الكتلة بين نواة الديتيريوم منفردة ومكوناتها يمكن حسابه كالآتي:

$$\Delta ك = ك_{\text{المكونات}} - ك_{\text{النواة}}$$
$$= ٢,٠١٦ - ٢,٠١٣٦$$
$$= ٠,٠٠٢٤ \text{ و.ك.ذ}$$

– هذا الفرق في الكتلة تحول إلى طاقة الربط النووي التي تربط البروتون والنيوترون في نواة الديتيريوم معاً، ولهذا تكون النواة متماسكة.

❖ بشكل عام ولجميع الذرات: **تكون كتلة النواة دائماً أقل من مجموع كتل مكوناتها**. وهذا الفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة الربط النووية (ط)حسب معادلة تكافؤ (الطاقة – الكتلة) لأينشتين.

❖ **طاقة الربط النووية (ط ر)** هي: مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائياً.

❖ تحسب طاقة الربط النووية من العلاقة التالية:

$$ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١,٥$$
$$ط_{ر} = (ك_{\text{المكونات}} - ك_{\text{النواة}}) \times ٩٣١,٥$$
$$ط_{ر} = \{(Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{\text{النواة}}\} \times ٩٣١,٥$$

❖ لحساب طاقة الربط النووية لـ: نيوكليون واحد فقط (وليس للنواة كاملة)، نستخدم العلاقة التالية:

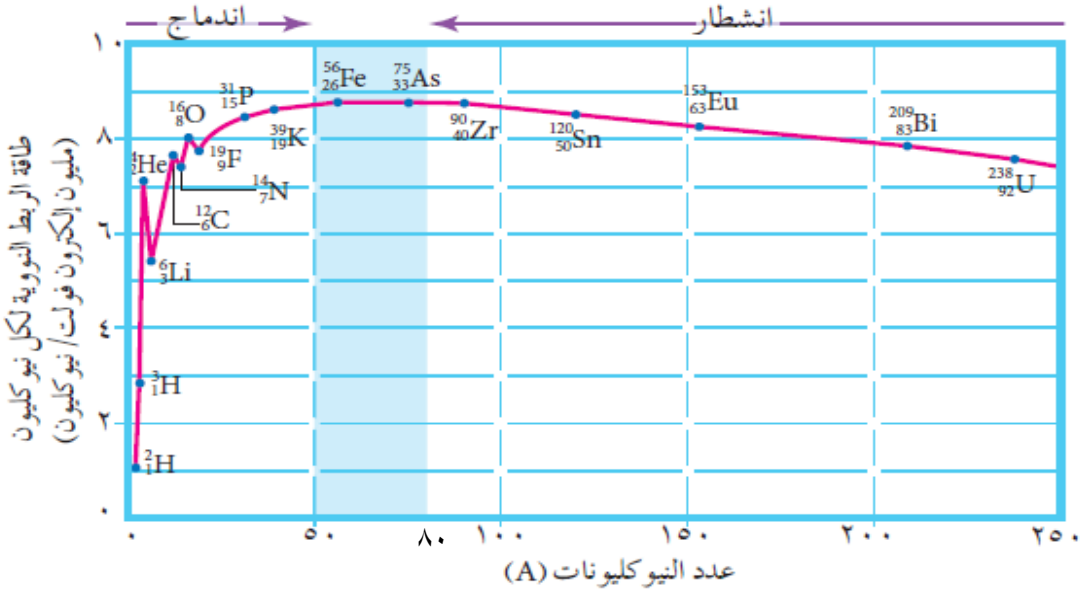
$$\text{طاقة الربط النووية لكل نيوكليون } (ط_{ر}/\text{نيوكليون}) = \frac{\text{طاقة الربط النووية}}{\text{العدد الكتلي}}$$
$$\frac{ط_{ر}}{A}$$

❖ طاقة الربط النووية لكل نيوكليون هي الطاقة اللازمة لفصل أحد نيوكليونات النواة عنها.

❖ الذي يحدد استقرار النواة هو طاقة الربط النووية لكل نيوكليون، وليس طاقة الربط نفسها، فكلما زادت طاقة الربط/نيوكليون زاد استقرار النواة، أي أنه: إذا زادت طاقة الربط النووية لكل نيوكليون، كانت النواة أكثر استقراراً.

❖ تتغير طاقة الربط النووية لكل نيوكليون مع تغير العدد الكتلي.

❖ يمكن تمثيل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون مع العدد الكتلي كما يلي:



منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

❖ النوى المتوسطة في العدد الكتلي ($٥٠ \leq A \leq ٨٠$) لها أعلى طاقة ربط نووية لكل نيوكليون ولهذا فهي الأكثر استقراراً، أي أن تفكيكها يتطلب طاقة كبيرة.

– لعناصر الطبيعة، تكون أكبر قيمة (عظمى) لطاقة الربط النووية لكل نيوكليون قرب العدد الكتلي (٦٠)، وتكون قيمتها تقريبا ٨,٨ مليون إلكترون فولت/نيوكليون، وذلك لنواة **الحديد** $(^{56}_{26}Fe)$ وهي إحدى النوى المتوسطة.

❖ النوى الخفيفة في العدد الكتلي ($A < ٥٠$) تكون طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها أقل بالنسبة للنوى المتوسطة، ولهذا فهي تميل للاندماج لتكوين نوى كتلها أقرب إلى كتلة نواة الحديد **لتصبح أكثر استقراراً**، ويصاحب هذا الاندماج: تحرر قدر من الطاقة.

س١: لماذا تميل الأنوية الخفيفة للاندماج؟

لتكوين نوى كتلها أقرب إلى كتلة نواة الحديد لتصبح أكثر استقراراً، وبالتالي تزداد طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها.

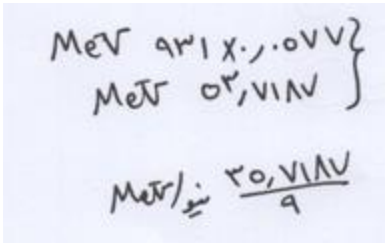
❖ النوى الثقيلة في العدد الكتلي ($A > ٨٠$) تكون طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها أقل بالنسبة للنوى المتوسطة، ولهذا فهي تميل للانشطار لتكوين نواتين كتلة كل منهما أقرب إلى كتلة نواة الحديد **وبالتالي أكثر استقراراً**، ويصاحب هذا الانشطار: تحرر قدر من الطاقة.

س٢: لماذا تميل الأنوية الثقيلة للانشطار؟

لتكوين نواتين كتلة كل منهما أقرب إلى كتلة نواة الحديد وبالتالي أكثر استقراراً، حيث تزداد طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها.

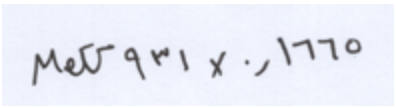
س١: احسب طاقة الربط النووي لنواة البيريليوم $(^{9}_{4}Be)$، ثم أوجد طاقة الربط النووي لكل نيوكليون.

ك$_{Be}$ = ٩,٠١٥ و.ك.ذ
ك$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ
ك$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ



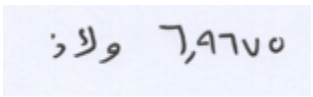
س٢: احسب مقدار الطاقة اللازم تزويد نواة $^{19}_{9}F$ بها لفصل مكوناتها عن بعضها.

ك$_{F}$ = ١٨,٩٨٦٢ و.ك.ذ
ك$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ
ك$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ



س٣: إذا كان فرق الكتلة بين نواة $^{7}_{3}Li$ ومكوناتها يساوي ٠,٠٨٩٢ و.ك.ذ، احسب كتلة نواة $^{7}_{3}Li$.

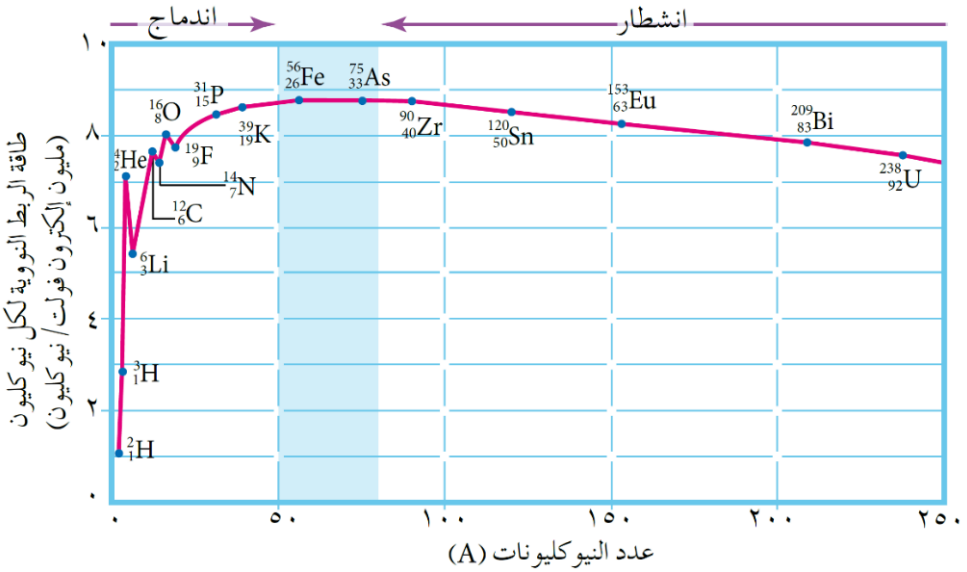
ك$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ
ك$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ



Fe
الاندماج
الانشطار
Eu 6 Bi
Mev 1c^2

س١: اعتماداً على الشكل المجاور، أجب عما يلي:

١. أي الأنوية أكثر استقراراً؟
٢. إلى ماذا تميل نواة الهيدروجين لتصبح أكثر استقراراً؟
٣. إلى ماذا تميل نواة اليورانيوم لتصبح أكثر استقراراً؟
٤. استخرج نواة غير اليورانيوم تميل للانشطار لتستقر.
٥. كم قيمة طاقة الربط النووي لنواة الأكسجين.



س٢: احسب لنواتي البوتاسيوم $^{39}_{19}K$ واليورانيوم $^{235}_{92}U$ ما يأتي:

أ) طاقة الربط النووية علمًا بأن كتلة نواة البوتاسيوم (٣٨,٩٦٣٧) و.ك.ذ، وكتلة نواة اليورانيوم (٢٣٥,٠٤٣٩) و.ك.ذ.

ب) طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

$E_{b,K}$ = ٣٤٤,٩١٩ Mev
$E_{b,U}$ = ١٧٤٤,٦٤٥٨ Mev
$E_{b/nu,K}$ = ٨,٢٣١٢ Mev/نيو
$E_{b/nu,U}$ = ٧,٤١٥٥ Mev/نيو

س١: احسب الطاقة الناتجة من تحويل (١×١٠^{-٣}) كغ من المادة إلى طاقة بوحدة الجول، ثم المليون إلكترون فولت.

$E = 9 \times 10^{13}$ جول

$E = 0.5625 \times 10^{17}$ MeV

س٢: رتب تصاعديًّا نوى العناصر الآتية: $^{56}_{26}Fe$ ، $^{208}_{82}Pb$ ، $^{238}_{92}U$ ، وفق طاقة الربط النووية لكل نيوكليون اعتماداً على منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون ثم حدد أيها أكثر استقراراً.

من منحنى (طاقة الربط لكل نيوكليون – العدد الكتلي) نجد أن التناسب عكسي بين طاقة الربط لكل نيوكليون والعدد الكتلي للأنوية الثقيلة كما أن الأنوية المتوسطة تكون لها أعلى طاقة ربط لكل نيوكليون وعليه يكون ترتيب الأنوية تصاعدياً على النحو الآتي: $^{238}_{92}U$ ثم $^{208}_{82}Pb$ ثم $^{56}_{26}Fe$

س٣: فسر: "تكون كتلة النواة دائمًا أقل من مجموع كتل مكوناتها".

لأن الفرق في الكتلة بين النواة ومكوناتها يتحول إلى طاقة وفق معادلة أينشتين في تكافؤ الطاقة الكتلة وهذا المقدار من الطاقة يمثل مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائياً.

س٤: (س، ص) نواتان ثقيلتان لهما العدد الكتلي نفسه، إذا علمت أن النواة (س) تمتلك طاقة ربط نووية أكبر من النواة (ص) فأي النواتين أكثر استقرارًا؟ فسر إجابتك.

تحدد طاقة الربط لكل نيوكليون أي الأنوية أكثر استقراراً وتعتمد طاقة الربط لكل نيوكليون على طاقة الربط والعدد الكتلي وبما أن العدد الكتلي للنواتين متساو فإن طاقة الربط ستحدد مقدار طاقة الربط لكل نيوكليون، وبما أن طاقة الربط للنواة س أكبر منها للنواة ص فإن طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة س أكبر من طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة ص.

س١: اذكر أهمية واحدة لكل من:

مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

تحدد أي الأنوية أكثر استقراراً.

س٢: احسب:

أ الطاقة اللازمة لفصل نواة النيكل $^{60}_{28}Ni$ إلى مكوناتها، علمًا بأن كتلة نواة النيكل تساوي (٥٩,٩٣٠٨) و.ك.ذ

ب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$. إذا علمت أن فرق الكتلة بين كتلة نواة الليثيوم ومجموع كتل مكوناتها يساوي (Δك= ٠,٠٦٢٨) و.ك.ذ.

ط ر = ٠,٠٥٥٢ × ٩٣١ = ٥١٣,٩١٢ MeV

ط ر/نيو = ٧,٢٠٨٤ MeV/نيو

س٣: إذا علمت أن كتلة نواة الأكسجين $^{16}_{8}O$ تساوي (١٥,٩٩٤٩) و.ك.ذ، وكتلة نواة الفضة $^{107}_{47}Ag$ تساوي (١٠٦,٩٠٥١) و.ك.ذ. بيّن أي النواتين أكثر استقرارًا، مدعمًا إجابتك رياضيًّا.

ط ر/نيو = ٧,٧٤ MeV/نيو

ط ر/نيو = ٨,٣٥ MeV/نيو ⟹ الأكثر استقرارا

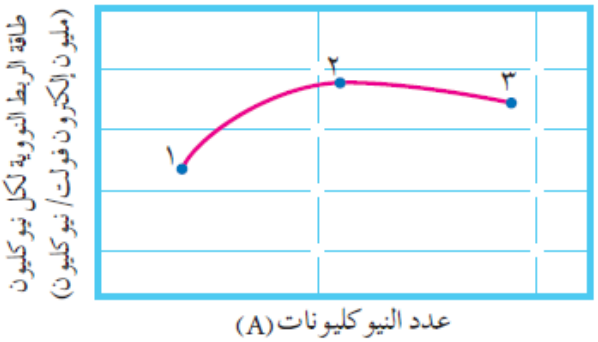
س١: إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة النتروجين $^{14}_{7}N$ تساوي (١٠٨) مليون إلكترون فولت:

أ وضح المقصود بطاقة الربط النووية.

ب احسب كتلة نواة النتروجين.

١٣٩٩٥٩ وك ز

س٢: يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني للعلاقة بين عدد النيوكليونات، وطاقة الربط النووي لكل نيوكليون، وتشير الأرقام (١، ٢، ٣) على المنحنى في الشكل إلى ثلاثة نظائر:



أ وضح المقصود بالنظائر.

ب رتب تنازليًا هذه النظائر وفق الطاقة اللازمة لفصل نيوكليون واحد من نواة كل منها.

ط رينيو: ٢ - ٣ - ١

وزارة ٢٠٠٨ش

احسب الطاقة اللازمة **لفصل مكونات** نواة ($^{14}_{7}N$) إذا علمت أن كتلة نواة ($^{14}_{7}N$) تساوي :

(١٤,٠٠٧٥) و.ك.ذ. ، كتلة البروتون (١,٠٠٧٢) و.ك.ذ. ،

كتلة النيوترون (١,٠٠٨٦) و.ك.ذ.

(٥ علامات)

وزارة ٢٠٠٨ص

لكي تصبح النوى غير المستقرة أكثر استقراراً فإنها تتحول إلى نوى ذات :

أ – كتلة أقل وطاقة ربط أعلى

ب– كتلة أكبر وطاقة ربط أقل

ج– كتلة أكبر وطاقة ربط أعلى

د – كتلة أقل وطاقة ربط أقل

أ

وزارة ٢٠٠٩ش

بالاستعانة بالبيانات المبينة في الجدول **احسب** كل من :

١) نصف قطر نواة Li .

٢) طاقة الربط النووية لنواة Li .

النواة أو الجسيم	$^{8}_{3}Li$	$^{1}_{0}n$	$^{1}_{1}H$
الكتلة بوحدة (و.ك.ذ)	٨,٠٠٢٦	١,٠٠٨٧	١,٠٠٧٣

وزارة ٢٠٠٩ص

أعط فائدة واحدة لكل من : طاقة الربط النووية.

(ربط مكونات النواة)

وزارة ٢٠١١ش

احسب مقدار الطاقة التي يجب أن تزود بها نواة عنصر الديتريوم ($^{2}_{1}H$) لفصل مكوناتها،

علماً بأن: (٦ علامات)

ك نواة ($^{2}_{1}H$) = ٢,٠١٤١ و.ك.د / ك بروتون = ١,٠٠٧٣ و.ك.د / ك نيوترون = ١,٠٠٨٧ و.ك.د

ط ر = ٠,٠٠١٩ × ٩٣١ = ١,٧٦٨٩ MeV

وزارة ٢٠١١ص

احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة $^{8}_{3}Li$. (٦ علامات)

(ك $_{Li}$ = ٨,٠٠٢٦ و.ك.ذ. ، ك $_{n}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ. ، ك $_{p}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ.)

$\frac{\text{ط ر}}{\text{ن}} = \frac{٠,٠٦٥٨ \times ٩٣١}{٨} = ٧,٣٨٤ \text{ MeV}$

وزارة ٢٠١٢ص

عند اندماج نواتين معاً تتكون نواة جديدة، إن النواة الجديدة المتكونة بالنسبة لأي من النـــواتين المنـــدمجتين تكون ذات :

أ) كتلة أكبر وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون
ب) كتلة أكبر وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون
ج) كتلة أقل وطاقة ربط أقل لكل نيوكليون
د) كتلة أقل وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون

ب

وزارة ٢٠١٣ش

إذا علمت أن فرق الكتلة بين كتلة نواة الليثيوم ($^{8}_{3}Li$) ومجموع كتل مكوناتها يساوي (٨ علامات)
(Δ ك = ٠,٠٦٢٨) و.ك.ذ ، احسب :

١) طاقة الربط النووي لكل نيوكليون في نواة الليثيوم.

٢) كتلة نواة الليثيوم.

علماً بأن (كـ$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ ، كـ$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ)

٧,٢٠٨٤ MeV/نيو
٨,٠٠٥٦ و.ك.ذ

وزارة ٢٠١٣ص

احسب طاقة الربط النووي لكل نيوكليون بوحدة إلكترون فولت لنواة البريليوم ($^{9}_{4}Be$) ، علما بأن كتلة نواة البريليوم (٩,٠١٥٠) و.ك.ذ (٦ علامات)

$ط_{ر\,نيو}(^{9}_{4}Be) = \frac{٩٢١ \times ٠,٠٥٧٧}{٩} = ٥,٩٦٨٧$ MeV/نيو

وزارة ٢٠١٤ش

في الجدول المجاور طاقة الربط النووية لثلاث أنوية.

اعتماداً على البيانات المبيّنة في الجدول.

أجب عما يأتي :

١- أي الأنوية الأكثر استقراراً ؟ ولماذا ؟

٢- احسب كتلة النواة $({}_2X^4)$.

النواة	${}_2X^4$	${}_3Y^6$	${}_4Z^9$
طاقة الربط بوحدة Mev	٢٨	٣٣	٥٨,٥

(٧ علامات)

(X) له أكبر طاقة ربط
ك$_x$ = ٤,٠٠١٩ وك ذ

وزارة ٢٠١٤ص

لماذا تكون كتلة النواة أقل من مجموع كتل محتوياتها من النيوكليونات؟

٢) بسبب تحول جزء من كتلة إلى طاقة ربط نووية

وزارة ٢٠١٥ص

إذا علمت أن الفرق بين كتلة نيوكليونات نواة البورون (${}^{11}_{5}B$) وكتلة هذه النواة يساوي (٠,٠٨١٠) و.ك.ذ ، أجب عمّا يأتي:

(٦ علامات)

١- احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة مليون إلكترون فولت لهذه النواة.

٢- أيهما أكبر كتلة النواة أم مجموع كتل نيوكليوناتها؟ ولماذا؟

$\frac{٩٣١٫٠٨١٠}{١١}$ = ٦,٨ ميجا/نيو

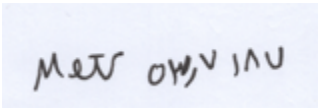
٢- كتلة نيوكليونات النواة > كتلة النواة ①

لأنه جزء من الكتلة يتحول إلى طاقة ربط نووية ②

وزارة ٢٠١٦ش

احسب مقدار الطاقة بوحدة الإلكترون فولت التي يجب أن تزود بها نواة عنصر البريليوم ($^{9}_{4}Be$) لفصل مكوناتها، علمًا بأن : ك Be = ٩,٠١٥٠ و.ك.ذ. ، ك P = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ. ، ك n = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ.

(٦ علامات)



وزارة ٢٠١٦ص

قُذفت نواة البورون (B) بالنيوترون (n) لإنتاج نظير الليثيوم (Li) كما في المعادلة الآتية :

$$^{1}_{0}n + {}^{10}_{5}B \longrightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$$

فإذا علمت أن : ك Li = ٧,٠١٨٢ و.ك.ذ ، ك B = ١٠,٠١٦٠ و.ك.ذ ، ك n = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ

ك$_P$ = ١,٠٠٧٢ و.ك.ذ ، ك He = ٤,٠٠٢٦ و.ك.ذ ، احسب : (٦ علامات)

مقدار طاقة الربط النووي لكل نيوكليون في نواة الليثيوم بوحدة الإلكترون فولت.

وزارة ٢٠١٧ش

قُذفت نواة الألمنيوم (Al) بجسيم ألفا (He) لإنتاج نظير الفسفور (P) كما في المعادلة : (٩ علامات)

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$$

مستعينًا بالمعادلة والجدول المجاور، احسب :

النواة أو الجسيم	$^{1}_{1}H$	$^{1}_{0}n$	$^{4}_{2}He$	$^{27}_{13}Al$	$^{30}_{15}P$
الكتلة بوحدة (و.ك.ذ)	١,٠٠٧٢	١,٠٠٨٧	٤,٠٠٢٦	٢٦,٩٨١٥	٢٩,٩٧٨٣

١- نصف قطر نواة ($^{27}_{13}Al$).

٢- طاقة الربط النووية لنواة ($^{4}_{2}He$).

$٣,٦ \times ١٠^{-١٥}$ م

$٩٣١,٠٩٤ \times ٢٧,٢٧١٤ = ٢٥٣٧٣,٩٩٩٨$ Mev

وزارة ٢٠١٧ص

تفاعل الاندماج النووي عكس تفاعل الانشطار النووي. كيف تُفسِّر انبعاث الطاقة في الحالتين؟

اعتمادًا على معادلة التفاعل النووي الآتية:

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}He + ^{1}_{0}n$$ (٧ علامات)

احسب كلاً ممّا يأتي:

طاقة الربط النووية لنواة نظير الهيليوم. علمًا بأن:

كتلة ($^{3}_{2}He$) = ٣,٠١٦٠ و.ك.ذ ، وكتلة (البروتون) = ١,٠٧٣/ و.ك.ذ ،

وكتلة (نيوترون) = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ

$٣,٦ \times ١٠^{-١٥}$ م

$٩٣١,٠٩٤ \times ٢٧,٢٧١٤ = ٢٥٣٧٣,٩٩٩٨$ Mev

وزارة ٢٠١٨ش

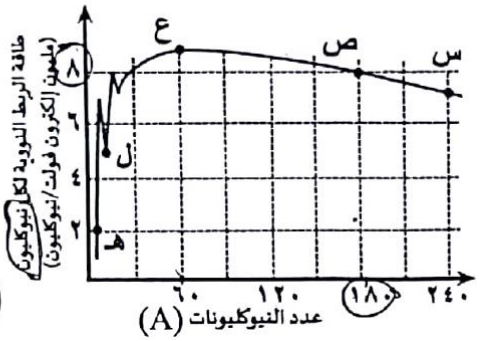
يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون وعدد النيوكليونات (A) لنوى مختلفة، معتمدًا على الشكل وبياناته أجب عمّا يأتي:

١) أي هذه النوى أكثر استقرارًا؟ ولماذا؟

٢) أي هذه النوى أكثر قابلية للانشطار؟ وأيها أكثر قابلية للاندماج عند إحداث تفاعل نووي؟

٣) احسب طاقة الربط النووية للنواة (ص).

(٨ علامات)



ع
س (انشطار)
هـ (اندماج)
Mass ١٤٤٠

وزارة ٢٠١٨ش معيدين

انقل الجدول الآتي إلى دفتر إجابتك، واملأ الفراغات بالبيانات المناسبة ثم حدد اي النواتين يتطلب تفكيكها طاقة أكبر. ولماذا؟

(٧ علامات)

النواة	العدد الكتلي (A)	Δ ك	طاقة الربط النووية / نيوكليون
X	٤٠	٠,٣٢ و.ك.ذ	..... مليون إلكترون فولت
Y	٦٠	٠,٥٤ و.ك.ذ	..... مليون إلكترون فولت

X : ٧,٤٨
Y : ٨,٢٧٩

وزارة ٢٠١٩ش معيدين

إذا كان فرق الكتلة بين مجموع مكوّنات نواة الكربون $^{12}_{6}C$ وكتلة النواة يساوي (٠,٠٩٦) و.ك.ذ ،
وإذا علمت أن (ك$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك. ذ ، ك$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك. ذ) ، **احسب:** (٧ علامات)

١- كتلة نواة الكربون.

٢- الطاقة اللازمة لفصل بروتون واحد من هذه النواة.

١٢,٠٨٦٤ و.ك.ذ
MeV ٢٧٤٤٨

وزارة ٢٠١٩ص

كتلة نواة العنصر تكون:

أ) مساوية لمجموع كتل مكوناتها
ب) مساوية لمجموع الأعداد الذرية لمكوناتها
ج) أكبر من مجموع كتل مكوناتها
د) أصغر من مجموع كتل مكوناتها

د

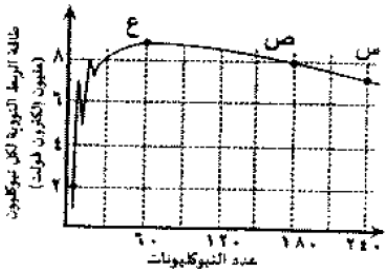
رمز العنصر الذي تمتلك ذراته أكبر طاقة ربط نووية من العناصر الآتية هو:

أ) $^{4}_{2}He$
ب) $^{12}_{6}C$
ج) $^{56}_{26}Fe$
د) $^{235}_{92}U$

د

وزارة ٢٠١٩ص تكميلية

اعتمادًا على منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في الشكل المجاور، فإن الترتيب الصحيح للنوى (س، ص، ع) تنازليًا وفق استقرارها هو:



أ) (س، ص، ع)
ب) (ص، ع ، س)
ج) (ع، س، ص)
د) (ع، ص، س)

د

(وزارة ٢٠٢٠ص علمي معيدين)

إذا علمت أن العدد الكتلي للنواة (س) يساوي (٢٠٠)، وطاقة الربط النووية لكل نيوكليون فيها يساوي (٨) مليون إلكترون فولت/نيوكليون، فإن طاقة الربط النووية للنواة (س) بوحدة (مليون إلكترون فولت) تساوي:

أ) ٢٥ ب) ٢٥٠ ج) ١٦٠ د) ١٦٠٠

د

(وزارة ٢٠٢٠ص صناعي معيدين)

إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة الهيليوم ($_2^4He$) تساوي (٢٨) مليون إلكترون فولت، ولنواة الليثيوم ($_3^6Li$) تساوي (٣٢) مليون إلكترون فولت، فإن النواة الأكثر استقرارًا هي نواة:

أ) الهيليوم، لأن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لها أكبر ب) الهيليوم، لأنها أصغر حجمًا

ج) الليثيوم، لأنها تحتوي على عدد أكبر من النيوترونات د) الليثيوم، لأن طاقة الربط النووية لها أكبر

أ

(وزارة ٢٠٢١ش علمي معيدين)

الطاقة المكافئة لكتلة (١)غ من المادة بالجول تساوي:

أ) ٩×١٠^{٨} ب) ٣×١٠^{١٣} ج) ٩×١٠^{١٣} د) ٣×١٠^{١٥}

ج

إذا علمت أن كتلة نواة النيكل ($_{28}^{60}Ni$) تساوي (٥٩,٩) و.ك.ذ، ومجموع كتل مكوناتها (٦٠,٤٤) و.ك.ذ، فإن الطاقة اللازمة لفصل مكوناتها بالمليون إلكترون فولت تساوي:

أ) ٥٠٣,٠١ ب) ٥١٢,٠٥ ج) ٥٥٨,٦٢ د) ٥٩٥,٨٤

أ

إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة الهيليوم ($_2^4He$) تساوي (٢٨) مليون إلكترون فولت، فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون فيها بالمليون إلكترون فولت/ نيوكليون تساوي:

أ) ٧ ب) ٨ ج) ٩ د) ١٤

أ

(وزارة ٢٠٢١ش صناعي معيدين)

إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة الكربون $(^{12}_{6}C)$ تساوي (٩٤) مليون إلكترون فولت، وطاقة الربط النووية لنواة النتروجين $(^{14}_{7}N)$ تساوي (١٠٥) مليون إلكترون فولت، فإن النواة الأكثر استقرارًا هي نواة:

أ) الكربون، لأن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون فيها أكبر.

ب) الكربون، لأنها الأصغر حجمًا.

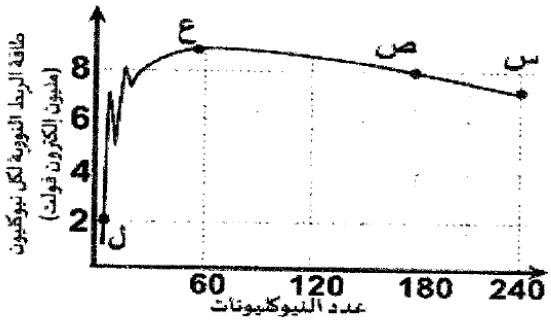
ج) النتروجين، لأن عدد النيوترونات لها أكبر.

د) النتروجين، لأن طاقة الربط النووية لها أكبر.

أ

(وزارة ٢٠٢١ص علمي)

معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل المجاور والذي يبين التمثيل البياني للعلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون وعدد النيوكليونات للنوى المختلفة، النواة الأكثر استقرارًا من مجموعة النوى (س، ص، ع، ل) هي النواة:



أ) (س) ب) (ص) ج) (ع) د) (ل)

ج

إذا كان الفرق بين كتلة جسيم ألفا ومجموع كتل مكوناته (٠,٠٣) و. ك. ذ، فإنّ طاقة الربط النووية للجسيم بالمليون إلكترون فولت تساوي:

أ) ٤٤,٧ ب) ٤٠,٣ ج) ٣٥,٦ د) ٢٧,٩

د

(وزارة ٢٠٢١ص صناعي)

إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة الديتيريوم $(^{2}_{1}H)$ تساوي (٢,٢) مليون إلكترون فولت،

فإن إحدى العبارات الآتية صحيحة:

أ) يرتبط كل من البروتون والنيوترون بالنواة بطاقة مقدارها (٢,٢) مليون إلكترون فولت

ب) يرتبط النيوترون بالنواة بطاقة مقدارها (٢,٢) مليون إلكترون فولت

ج) يلزم طاقة خارجية مقدارها (١,١) مليون إلكترون فولت لفصل النيوترون عن النواة

د) يلزم طاقة خارجية مقدارها (١,١) مليون إلكترون فولت لفصل البروتون والنيوترون عن النواة

ج

يبين الجدول الآتي بيانات لأربع نوى مختلفة، النواة الأكثر استقرارًا هي:

رمز النواة	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	طاقة الربط النووية (مليون إلكترون فولت)
A	٢	٢	٣٠
B	٨	٨	١٢٨
C	٤٠	٥٠	٧٨٣
D	٥٠	٧٠	١٠٢٠

أ) A ب) B ج) C د) D

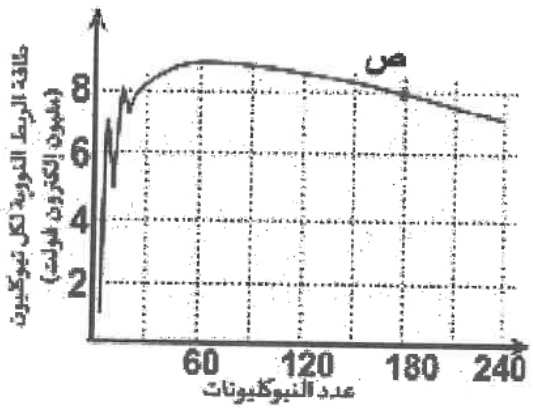
ج

(وزارة ٢٠٢٢ش علمي تكميلي)

اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل المجاور، والذي يوضّح علاقة طاقة الربط النووية لكل نيوكليون مع عدد النيوكليونات للنوى المختلفة، فإن طاقة الربط النووية للنواة (ص) بالمليون إلكترون فولت تساوي:

أ) ٨ ب) ٢٢,٥

ج) ١٨٠ د) ١٤٤٠



د

(وزارة ٢٠٢٢ش صناعي تكميلي)

يبين الجدول المجاور العدد الكتلي وطاقة الربط النووية لثلاثة نوى مختلفة، الترتيب الصحيح للنوى من الأعلى إلى الأدنى استقرارًا:

رمز النواة	العدد الكتلي	طاقة الربط النووية (مليون إلكترون فولت)
س	١٢	٩٣
ص	١٤	١٠٥
ع	١٦	١٢٨

أ) س، ص، ع
ب) ص، ع، س
ج) ع، س، ص
د) ع، ص، س

ج

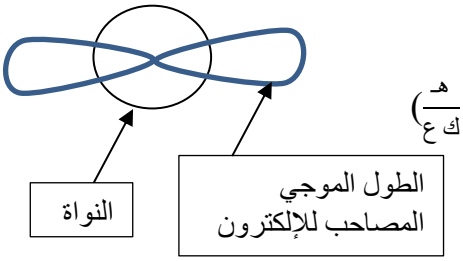
٤. النشاط الإشعاعي

- **النشاط الإشعاعي** هو: عملية الانبعاث التلقائي للإشعاع من النوى غير المستقرة.
- النوى غير المستقرة هي النوى التي يزيد عددها الذري عن ٨٢ (٨٣ فأكثر).
- لكي تصبح هذه النوى مستقرة تتحول إلى نواة أخرى عن طريق التخلص من جزء من طاقتها على شكل انبعاث إشعاعات أو جسيمات، فتتغير مكونات النواة.
- لهذا السبب توصف النوى الغير مستقرة بأنها مشعة.

س١: فسر ما يلي: توصف النوى الغير مستقرة بأنها مشعة.

لأنها تتخلص من جزء من طاقتها على شكل انبعاث إشعاعات أو جسيمات بحيث تتغير مكونات النواة لكي تصبح أكثر استقراراً.

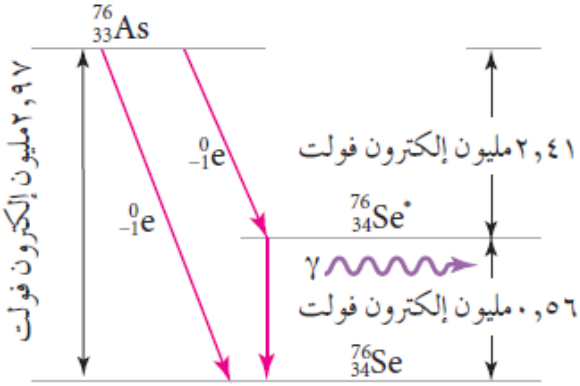
- يعبر عن خروج الإشعاعات أو الجسيمات من النواة بـ: الاضمحلال.
- في أي اضمحلال يجب أن تتحقق أربعة مبادئ لحفظ الكميات الفيزيائية، وهي:
  ١. مبدأ حفظ العدد الذري.
  ٢. مبدأ حفظ العدد الكتلي.
  ٣. مبدأ حفظ الزخم الخطي.
  ٤. مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة).
- يتألف الاشعاع النووي المنبعث من نوى العناصر المشعة من ثلاثة أنواع هي:
  ١. أشعة ألفا (α).
  ٢. أشعة بيتا (β).
  ٣. أشعة غاما (γ).
- في جميع الاضمحلالات، تنطبق مبادئ الحفظ الأربعة.
- سنعرض الفروقات بينها على شكل جدول مقارنة بينها.
- تذكر أن أشعة بيتا تنقسم إلى قسمين: بيتا السالبة (β^-) وبيتا الموجبة (β^+).
- البوزيترون هو جسيم صفاته مشابهة تماماً للإلكترون، من حيث الكتلة ومقدار الشحنة، لكنه موجب الشحنة.
- يرمز للإلكترون (e^-) بالرمز: ${}^0_{-1}e$ بينما يرمز للبوزيترون (e^+) بالرمز ${}^0_{+1}e$.
- يكون الطول الموجي المصاحب للإلكترون كبيراً بسبب صغر كتلته. ($\lambda_{\text{مصاحبة}} = \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}}$)
- في اضمحلال بيتا الموجب والسالب، بعد افتراض باولي لوجود النيوترينو، أصبحت جميع المبادئ الأربعة متحققة.



وجه المقارنة	ألفا (α)	بيتا السالب (β^-)	بيتا الموجب (β^+)	غاما (γ)
ماهيتها	نواة الهيليوم $({}^4_2He)$ دقائق (جسيمات) موجبة الشحنة مكونة من بروتونين ونيوترونين	إلكترونات سالبة $({}^0_{-1}e)$ تنتقل بسرعة عالية جداً	بوزيترونات موجبة $({}^0_{+1}e)$ تنتقل بسرعة عالية جداً	أشعة كهرمغناطيسية (فوتونات) ذات طاقة عالية جداً.
شحنتها	٢+	١-	١+	غير مشحونة
كتلتها	٤ ك$_{ب}$	ك$_{e}$ (كتلة صغيرة مهملة)	ك$_{e}$ (كتلة صغيرة مهملة)	ليس لها كتلة
قدرتها على التأيين (مع التفسير)	لها قدرة عالية على تأيين ذرات المادة التي تصطدم بها بسبب: كبر كتلتها وكبر شحنتها ما يجعل احتمال تصادمها مع ذرات المادة كبير جداً عند مرورها خلال المادة. تفقد جسيمات ألفا معظم طاقتها في التأيين.	قليلة في الأوساط التي تعبرها بسبب: صغر شحنتها	قليلة في الأوساط التي تعبرها بسبب: صغر شحنتها	منخفضة بسبب: ليس لها شحنة
قدرتها على النفاذ (مع التفسير)	ضعيفة، لا تكاد تخترق صفحة من الورق بسبب: أنها تفقد معظم طاقتها في التأيين.	مدى نفاذيتها كبير بسبب: صغر كتلتها	مدى نفاذيتها كبير بسبب: صغر كتلتها	هائلة بسبب: طاقتها عالية جداً
متى تظهر	عندما تكون النواة غير مستقرة وبحاجة للتخلص من جزء من كتلتها.	عند تحلل أحد الـ n^- إلى p^+ و e^- فإن الـ e^- وبسبب صغر كتلته ووفقاً لفرضية دي بروي يكون الطول الموجي المصاحب له كبير بالمقارنة مع أبعاد النواة، فتبعث النواة الـ e^- خارجها، بينما يبقى الـ p^+ ذو الكتلة الكبيرة داخلها. ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$	عند تحلل أحد الـ p^+ إلى $n^\pm$ و e^+ فإن الـ e^+ وبسبب صغر كتلته ووفقاً لفرضية دي بروي يكون الطول الموجي المصاحب له كبير بالمقارنة مع أبعاد النواة، فتبعث النواة الـ e^+ خارجها، بينما يبقى الـ $n^\pm$ ذو الكتلة الكبيرة داخلها. ${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e + +\nu$	عند بعث النواة غير المستقرة أشعة ألفا وبيتا، تبقى النواة الناتجة في حالة إثارة لامتلاكها طاقة زائدة عن الوضع الطبيعي، فتتخلص النواة من الطاقة الزائدة باعثة أشعة غاما.
مبادئ الحفظ	مبادئ الحفظ الأربعة كلها متحققة.	لا يتحقق في اضمحلال بيتا السالب مبدأ حفظ الزخم ولا مبدأ حفظ (الطاقة الكتلة). لكنها يجب أن تتحقق، ولهذا: افترض العالم باولي انبعاث جسيم صغير مهمل الكتلة وغير مشحون يرافق بيتا السالب، اسماه ضديد النيوترينو ($\bar{\nu}$).	لا يتحقق في اضمحلال بيتا الموجب مبدأ حفظ الزخم ولا مبدأ حفظ (الطاقة الكتلة). لكنها يجب أن تتحقق، ولهذا: افترض العالم باولي انبعاث جسيم صغير مهمل الكتلة وغير مشحون يرافق بيتا الموجب، اسماه النيوترينو (ν).	مبادئ الحفظ الأربعة كلها متحققة.
معادلتها الأساسية	${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$ النواة الأم (المشعة) — النواة الناتجة	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$	${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + \nu$	${}^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$ النواة المثارة — النواة المستقرة
مثال عليها	${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$	${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$	${}^{64}_{29}Cu \rightarrow {}^{64}_{28}Ni + {}^0_{+1}e + \nu$	${}^{12}_6C^* \rightarrow {}^{12}_6C + \gamma$

ماذا يحدث للنواة الأصلية	العدد الذري (Z): يقل بمقدار ٢ عدد النيوترونات (N): يقل بمقدار ٢ العدد الكتلي (A): يقل بمقدار ٤ تصبح نواة جديدة أكثر استقراراً	العدد الذري (Z): يزداد بمقدار ١ عدد النيوترونات (N): يقل بمقدار ١ العدد الكتلي (A): لا يتغير (ثابت) تصبح نواة جديدة أكثر استقراراً	العدد الذري (Z): يقل بمقدار ١ عدد النيوترونات (N): يزداد بمقدار ١ العدد الكتلي (A): لا يتغير (ثابت) تصبح نواة جديدة أكثر استقراراً	العدد الذري (Z): لا يتغير (ثابت) عدد النيوترونات (N): لا يتغير (ثابت) العدد الكتلي (A): لا يتغير (ثابت) تبقى النواة كما هي، لكنها تصبح أكثر استقراراً
ملاحظات	يصاحب اضمحلال ألفا فرق (نقصان) في الكتلة يظهر على شكل طاقة حركية من النواتج.			

ويبين الشكل (٨–٧)، اضمحلال نواة الزرنيخ $^{76}_{33}As$ المشعة، حيث يمكن أن تصل إلى حالة الاستقرار بإنتاج نواة جديدة **بإحدى طريقتين:**



الشكل(٨–٧): اضمحلال نواة الزرنيخ.

الطريقة الأولى: وتتم في مرحلة واحدة حيث تبعث نواة الزرنيخ $^{76}_{33}As$ دقيقة بيتا سالبة طاقتها (٢,٩٧) مليون إلكترون فولت، وتنتج نواة السيلينيوم $^{76}_{34}Se$ في حالة الاستقرار وفق المعادلة النووية الآتية:

$$^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

الطريقة الثانية: وتتم في مرحلتين حيث تبعث نواة الزرنيخ $^{76}_{33}As$ دقيقة بيتا سالبة طاقتها (٢,٤١) مليون إلكترون فولت، فتنتج نواة السيلينيوم $^{76}_{34}Se^{*}$ المثارة، ولكي تصل الأخيرة إلى حالة الاستقرار تبعث أشعة غاما(γ) على هيئة فوتون طاقته (٠,٥٦) مليون إلكترون فولت، والمعادلتان النوويتان الآتيتان توضحان ذلك:

$$^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se^{*} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$$^{76}_{34}Se^{*} \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + \gamma$$

س١: اكتب معادلة اضمحلال ألفا، واكتب مثالاً عليها، وبين ما يحدث للعدد الذري والكتلي وعدد النيوترونات.

س٢: اكتب معادلة اضمحلال بيتا السالب، واكتب مثالاً عليها، وبين ما يحدث للعدد الذري والكتلي وعدد النيوترونات.

س٣: اكتب معادلة اضمحلال بيتا الموجب، واكتب مثالاً عليها، وبين ما يحدث للعدد الذري والكتلي وعدد النيوترونات.

س٤: اكتب معادلة اضمحلال غاما، واكتب مثالاً عليها، وبين ما يحدث للعدد الذري والكتلي وعدد النيوترونات.

س٥: أكمل المعادلات النووية التالية:

$$^{232}_{92}U \rightarrow ^{228}_{90}Th + _____$$

$$^{232}_{92}U \rightarrow ^{224}_{88}Ra + _____$$

$$^{214}_{84}Po \rightarrow \alpha + _____$$

$$^{234}_{91}Pa \rightarrow ^{233}_{91}Pa + _____$$

$$^{234}_{91}Pa \rightarrow ^{232}_{91}Pa + _____$$

$$^{214}_{84}Po \rightarrow ^{1}_{0}n + _____$$

$$^{230}_{90}Th \rightarrow ^{218}_{84}Po + _____$$

$$^{214}_{82}Pb \rightarrow ^{214}_{83}Bi + _____ + _____$$

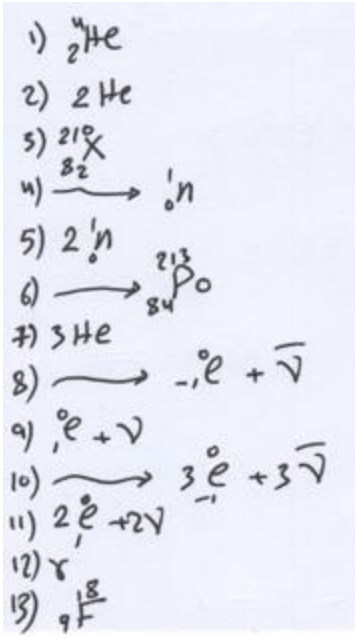
$$^{210}_{82}Pb \rightarrow ^{210}_{81}Tl + _____ + _____$$

$$^{214}_{82}Pb \rightarrow ^{214}_{85}At + _____ + _____$$

$$^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{88}Ra + _____ + _____$$

$$^{12}_{6}C^{*} \rightarrow ^{12}_{6}C + _____$$

$$^{18}_{9}F^{*} \rightarrow _____ + \gamma$$



س١: أي النوى الآتية تنتج عندما تضمحل نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ باعثة دقيقة ألفا:

($^{206}_{82}Pb$ ، $^{208}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$)؟

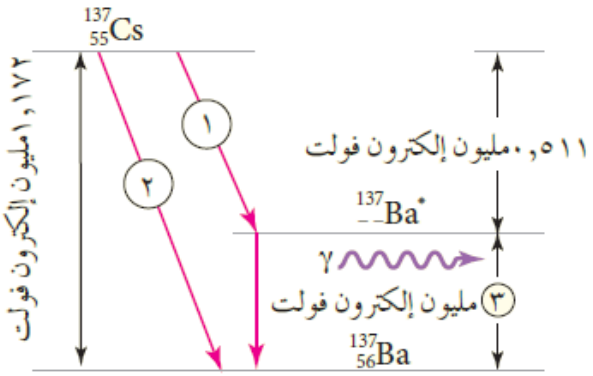
$^{206}_{82}Pb$

س٢: يمثل الشكل (٨–٨) اضمحلال نواة السيزيوم، تأمل الشكل وأجب عن الأسئلة الآتية:

أ ما نوع الإشعاعات المنبعثة والمشار إليها بالرقم (١) والرقم (٢)؟

ب احسب طاقة الفوتون المنبعث المشار إليها بالرقم (٣).

جـ اكتب معادلة نووية موزونة تمثل اضمحلال نواة Cs إلى نواة Ba^*



الشكل(٨–٨): سؤال (٢).

β^-
٠,٦٥٦
$^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba^* + {}^{0}_{-1}e + \nu$

س٣: فسر العبارة الآتية:

" تنبعث دقائق بيتا السالبة أو الموجبة من النواة بالرغم من أنها ليست من مكونات النواة".

لأن النواة عندما يتحلل أحد نيوتروناتها ينتج بروتون وإلكترون، وبسبب صغر كتلة الإلكترون يكون الطول الموجي المصاحب له، كبيراً مقارنة بأبعاد النواة وفق فرضية دي بروي، فتبعث النواة الإلكترون خارجها، بينما يبقى البروتون ذو الكتلة الكبيرة داخلها. أما عندما يتحلل أحد بروتونات النواة ينتج نيوترون وبوزيترون فتبعث النواة البوزيترون خارجها لذات السبب الذي انبعث به الإلكترون ويبقى النيوترون داخل النواة.

س١: اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

١. أكمل المعادلة النووية الآتية ($^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + ...$)بملء الفراغ بأحد الإشعاعات الآتية: ب

أ نيوترينو. ب ضديد النيوترينو. جـ غاما. د ألفا.

٢. لكي يتحول العنصر $^{A}_{Z}X$ إلى العنصر $^{A}_{Z+1}Y$ تلقائيًا لا بد للعنصر X من أن: د

أ يكتسب نيوترونًا. ب يبعث دقيقة ألفا.

جـ يبعث أشعة غاما. د يبعث دقيقة بيتا السالب وضديد النيوترينو.

٣. في المعادلة الآتية ($^{A}_{Z}X + {}^{204}_{82}Pb \longrightarrow {}^{208}_{84}Po$)، القيم الصحيحة لكل من(A، Z) على الترتيب: ب

أ (٤،٢) ب (٢،٤) جـ (٤،٤) د (٢،٢)

٤. يعد البوزيترون المنبعث في المعادلة النووية الآتية ($^{64}_{29}Cu \longrightarrow {}^{64}_{28}Ni + {}^{0}_{+1}e + \nu$) ناتج تحلل: د

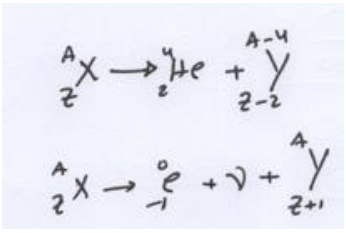
أ نيوترون من نواة النيكل ($^{64}_{28}Ni$) ب بروتون من نواة النيكل ($^{64}_{28}Ni$)

جـ نيوترون من نواة النحاس ($^{64}_{29}Cu$) د بروتون من نواة النحاس ($^{64}_{29}Cu$)

س٢: يمكن للنواة ($^{A}_{Z}X$) أن تضمحل باعثة دقيقة ألفا أو دقيقة بيتا، وضح بالمعادلات النووية المناسبة التغيرات التي تطرأ على هذه النواة، وذلك عندما تبعث:

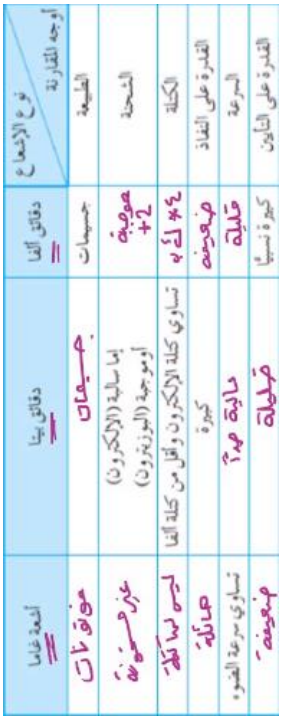
أ دقيقة ألفا فقط.

ب دقيقة بيتا السالبة فقط.



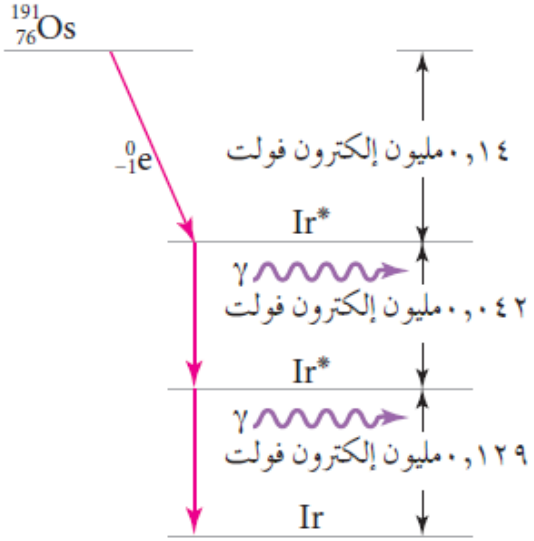
س٣: قارن بين دقائق ألفا ودقائق بيتا وأشعة غاما بملء الجدول الآتي:

نوع الإشعاع / أوجه المقارنة	دقائق ألفا	دقائق بيتا	أشعة غاما
الطبيعة	جسيمات		
الشحنة		إما سالبة (الإلكترون) أوموجبة (البوزيترون)	
الكتلة		تساوي كتلة الإلكترون وأقل من كتلة ألفا	
القدرة على النفاذ		كبيرة	
السرعة			تساوي سرعة الضوء
القدرة على التأين	كبيرة نسبيًا		



س١: تضمحل نواة أوزميوم $^{191}_{76}Os$ باعثة دقيقة بيتا سالبة طاقتها (٠,١٤) مليون إلكترون فولت في المرحلة الأولى لاحظ الشكل، ثم أشعة غاما طاقتها ٠,٠٤٢ مليون إلكترون فولت في المرحلة الثانية، ثم أشعة غاما طاقتها (٠,١٢٩) مليون إلكترون فولت في المرحلة الثالثة لكي تصل إلى حالة الاستقرار.

تأمل الشكل ثم أجب عما يأتي:



أ) جد العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة المستقرة وفق المعادلة الآتية.

$$^{191}_{76}Os \longrightarrow {}^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}Ir + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

ب) ما الطاقة التي يجب أن تبعثها نواة Os في مرحلة واحدة حتى تستقر؟

Z=77
A=191
MeV ٠,٣١١

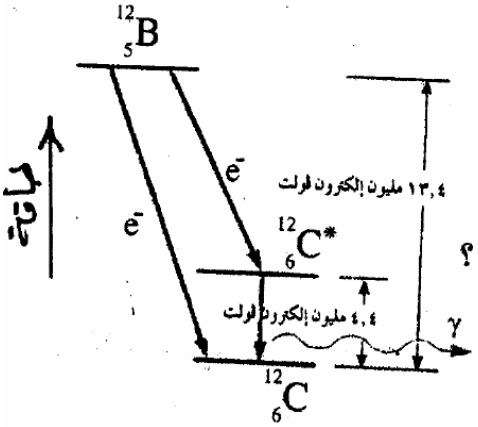
وزارة ٢٠٠٨ش

النيوترينو جسيم نووي ينتج عن عملية :

أ – تحلل البروتون إلى نيوترون وبوزترون.
ب– تحلل النيوترون إلى بروتون وإلكترون.
ج– خروج إلكترون من النواة.
د – خروج بوزترون من النواة.

أ

يمثّل الشكل المجاور إشعاع نواة عنصر البورون ($^{12}_{5}B$) لجسيم بيتا بطريقتين للوصول إلى نواة الكربون ($^{12}_{6}C$) المستقرة، **معتمداً** على الشكل **أجب** عما يأتي : (٥ علامات)



١) **اكتب** معادلة موزونة لإشعاع ذرة البورون وتحولها مباشرة لنواة الكربون في الطريقة الأولى.

٢) **فسّر** انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية.

٣) **ما** مقدار طاقة كل من (جسيم بيتا وأشعة غاما) في الطريقة الثانية ؟

١- $^{12}_{5}B \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}e^{0}$ ①

٢- في الطريقة الثانية، تكون النواة غير مستقرة (لدى النواة ① طاقة زائدة)، فتبعث بأشعة غاما للوصول الى مستوى الاستقرار ①

٣- طاقة بيتا (١٣,٤ - ٤,٤) = ٩ مليون الكترون فولت ①

طاقة غاما (٤,٤) مليون الكترون فولت ①

وزارة ٢٠٠٩ص

انقل إلى دفتر إجابتك المعادلات النووية الآتية **وأكملها** موزونة، **مستخدماً** الرموز الفيزيائية الصحيحة.

$$4\left(\,{}^{1}_{1}H\,\right) \longrightarrow {}^{4}_{2}He + \ldots$$

$${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + \ldots + \ldots$$

وزارة ٢٠١٠ش

عند تحلّل نيوترون إلى بروتون وإلكترون، ينبعث الإلكترون من داخل النواة بسبب :

أ) شحنته السالبة ب) كتلته الصغيرة ج) طاقته العالية د) جذب نواة مجاورة له

ب

وزارة ٢٠١٠ص

ما التغير الذي يحدث على كل من (العدد الذري a) و (العدد الكتلي b) لنواة ${}^{b}_{a}X$ غير المستقرة إذا :

١) أطلقت دقيقة ألفا. ٢) بعثت أشعة غاما. (٤ علامات)

أ) تقل a بـ 2
تقل b بـ 4

ب) كما هي: b, a

وزارة ٢٠١١ش

علل ما يأتـــــــــي:

خروج جسيمات بيتا (البوزترونات) من النواة على الرغم من عدم احتواء النواة لها.

١) لأن البوزترونة نتاج تحلل إحدى البروتونات الى نيوترونة وبوزيترونة بحيث ينبعث البوزيترونة ويبقى النيوترونة داخل النواة

وزارة ٢٠١٣ش

في المعادلة النووية، الرمز (X) يُمثل :

$$^{56}_{27}CO \longrightarrow {}^{56}_{26}Fe + X + \nu$$

أ) إلكترون ب) نيوترون ج) بروتون د) بوزيترون

د

وزارة ٢٠١٤ص

تضمحل نواة البولونيوم $(^{210}_{84}Po)$ إلى نواة $(^{206}_{82}Pb)$ باعثة جسيم ألفا، إذا علمت أن كتلة نواة $(^{210}_{84}Po)$ تساوي ٢٠٩,٩٨٣ و.ك.ذ وكتلة نواة $(^{206}_{82}Pb)$ تساوي ٢٠٥,٩٣٤ و.ك.ذ وكتلة جسيم ألفا تساوي ٤,٠٠٣ و.ك.ذ

فأجب عمّا يأتي: ١- اكتب معادلة نووية موزونة تُعبر عن هذا الاضمحلال.

٢- احسب الطاقة المكافئة لفرق الكتل بوحدة مليون إلكترون فولت. (٥ علامات)

$$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$$

$$\Delta E = 931 \times 0.004 = 4 MeV$$

قارن بين دقائق ألفا وأشعة جاما من حيث :

١- طبيعتها. ٢- شحنتها. ٣- القدرة على التأيين. (٣ علامات)

	α	
موجات كهرومغناطيسية	جسيمات	طبيعتها
عديم الشحنة	$2+$	شحنتها
قليلة/ضعيفة	عالية جداً	القدرة على التأيين

وزارة ٢٠١٥ش

أكمل المعادلتين النوويتين التاليتين:

$$^{12}_{5}B \rightarrow ^{12*}_{6}C + \ldots + \ldots.$$

$$^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$$\gamma$$

$$^{12*}_{6}C \rightarrow ^{12}_{6}C + \ldots$$

وزارة ٢٠١٥ص

عندما تبعث نواة غير مستقرّة جُسيم ألفا أو بيتا يصاحب ذلك أحيانًا انبعاث أشعة غاما. فسّر ذلك.

اكتب معادلة تحلّل النيوترون.

١- لأن النواة الناتجة تكون في حالة إثارة وتحتاج طاقة فتتخلص على شكل اشعة غاما. (٢)

وزارة ٢٠١٦ش

أكمل المعادلتين النوويتين الآتيتين:

1) ..... $\longrightarrow {}^{14}_{7}N$ + ... + $\bar{\nu}$

2) ${}^{1}_{1}P \longrightarrow$ ..... + ... + ν

${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

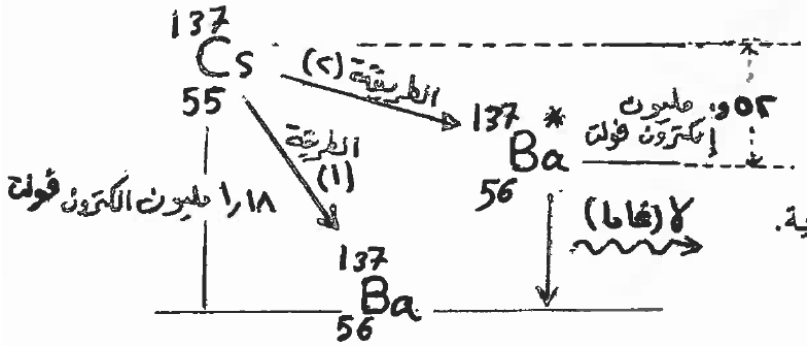
${}^{1}_{1}P \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e + \nu$

وزارة ٢٠١٦ص

ما المقصود بكلّ مما يأتي : النشاط الإشعاعي.

النشاط الإشعاعي هو: عملية الانبعاث التلقائي للإشعاع من النوى غير المستقرة.

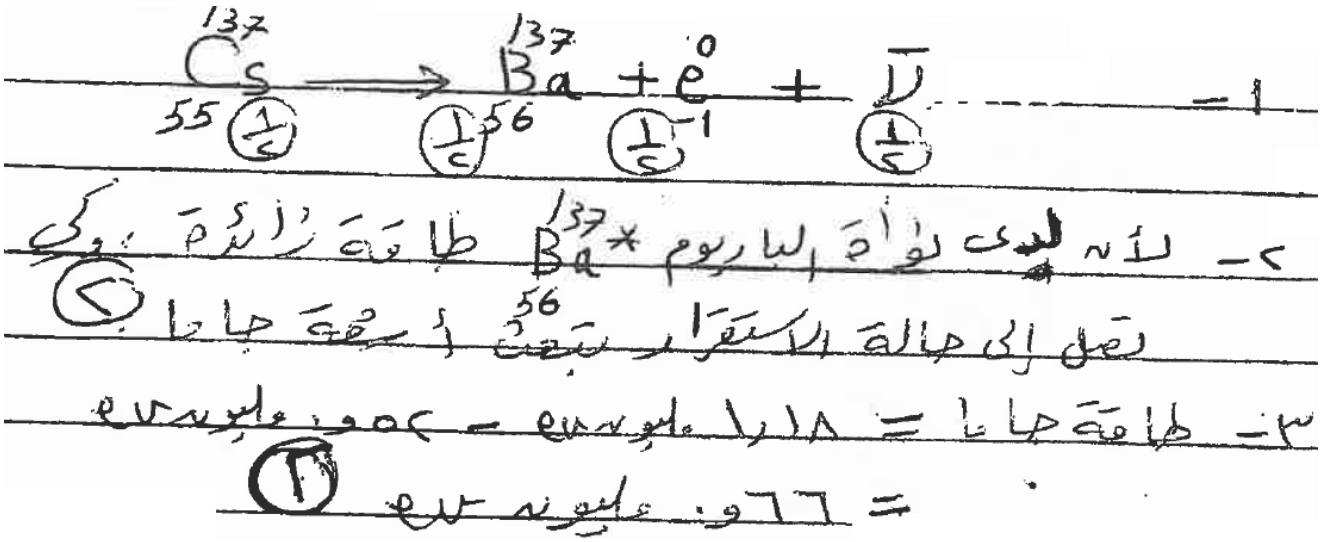
١) يُمثّـل الشكل المجاور إشعاع نواة السيزيوم $^{137}_{55}Cs$ لجسيم بيتا بطريقتين للوصول إلى نواة باريوم مستقرة $^{137}_{56}Ba$ ، معتمداً على الشكل والبيانات المثبتة عليه، **أجب عما يأتي :** (٦ علامات)



١) اكتب معادلة موزونة (وتامة) لإشعاع نواة السيزيوم في الطريقة الأولى.

٢) فسّر انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية.

٣) ما مقدار طاقة أشعة غاما؟



وزارة ٢٠١٧ص

وضّح المقصود بالنشاط الإشعاعي.

النشاط الإشعاعي هو: عملية الانبعاث التلقائي للإشعاع من النوى غير المستقرة.

وزارة ٢٠١٨ص

الإشعاع النووي الذي له قدرة عالية على التأيين بسبب كبر شحنته مقارنة مع باقي الإشعاعات النوويّة يكون:

- مدى اختراقه كبير
- سرعته تساوي سرعة الضوء
- مدى اختراقه صغير
- كتلته صغيرة

ج

١.

وزارة ٢٠١٩ش معيدين

أكمل المعادلتين النوويتين الآتيتين:

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}H + \ldots + \ldots$$

$$^{10}_{4}Be^{*} \longrightarrow {}^{10}_{4}Be + \ldots$$

$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$$\gamma$$

وزارة ٢٠١٩ ص

تمثل المعادلة النووية ($^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$) اضمحلال ألفا، **أجب عمّا يأتي:** (٦ علامات)

١- قارن بين النواة الناتجة والنواة الأم من حيث: حجم النواة، ودرجة الاستقرار.

٢- علّل: يكون مجموع كتل النواتج أقل من كتلة النواة الأم (المشعة).

١- حجم النواة الناتجة (Y) أقل من حجم النواة الأم (X) ②

استقرار النواة الناتجة (Y) أكبر من استقرار النواة الأم (X) ②

٢- الفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة حركية للنواتج. ③

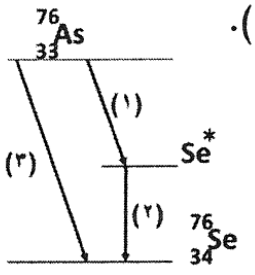
وزارة ٢٠١٩ ص معيدين

تَضْمحل نواة الزرنيخ ($^{76}_{33}As$) المشعة باعثةً دقيقة بيتا السالبة وطاقتها (٢,٤١) مليون إلكترون فولت، ثم أشعة غاما وطاقتها (٠,٥٦) مليون إلكترون فولت، مستعينًا بالبيانات المثبتة على الشكل المجاور،

أجب عمّا يأتي: (١٠ علامات)

١- اكتب معادلة نووية موزونة تبين اضمحلال نواة الزرنيخ عبر المرحلتين (١) و(٢).

٢- احسب الطاقة التي يجب أن تبعثها نواة الزرنيخ في مرحلة (٣) حتى تستقر.



① $^{76}_{33}As \rightarrow {}^{76}_{34}Se^{*} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

② $^{76}_{34}Se^{*} \rightarrow {}^{76}_{34}Se + \gamma$

MeV 0,56

وزارة ٢٠١٩ ص تكميلية

ادرس المعادلة النووية ($^1_1H \rightarrow {}^1_0n + X + Z$) ثم أجب عمّا يأتي:

١- اكتب بالكلمات أسماء الجُسيمات (X، Z) التي تجعل المعادلة موزونة.

٢- احسب الطاقة المكافئة لكتلة نواة ذرة الهيدروجين (^1_1H).

X : بوزترون و Z: نيوترينو

$b = 938,7963 MeV$

تمتاز دقائق ألفا بقدرتها العالية على تأيين ذرات المادة التي تصطدم بها بسبب:

أ) كبر كتلتها، وكبر شحنتها ب) كبر كتلتها، وصغر شحنتها

ج) صغر كتلتها، وكبر شحنتها د) صغر كتلتها، وصغر شحنتها

أ

(وزارة ٢٠٢٠ص علمي معيدين)

من نواتج تحلل أحد نيوترونات النواة الإلكترون، ووفق فرضية دي بروي يكون الطول الموجي المصاحب للإلكترون مقارنة بأبعاد النواة:

أ) كبيرًا، فتبعثه النواة خارجها ب) صغيرًا، فتبعثه النواة خارجها

ج) كبيرًا، فتحتفظ به النواة داخلها د) صغيرًا، فتحتفظ به النواة داخلها

أ

في المعادلة النووية الآتية ($^{26}_{13}Al \rightarrow {}^{26}_{12}Mg + {}^0_{+1}e + \nu$) يعد البوزيترون المنبعث أحد نواتج تحلل:

أ) بروتون في نواة الألمنيوم ب) نيوترون في نواة الألمنيوم

ج) بروتون في نواة المغنيسيوم د) نيوترون في نواة المغنيسيوم

أ

(وزارة ٢٠٢٠ص صناعي معيدين)

ينتج عن تحلل النيوترون في النواة المشعة:

أ) بروتون وإلكترون ونيوترينو ب) بروتون وبوزيترون ونيوترينو

ج) بروتون وإلكترون وضديد النيوترينو د) بروتون وبوزيترون وضديد النيوترينو

ج

(وزارة ٢٠٢١ش علمي معيدين)

إذا اضمحلت نواة باعثة دقيقة بيتا الموجبة ($\beta+$)، فإن ما يحدث لكل من العدد الذري والعدد الكتلي على الترتيب هو:

أ) (يقل، لا يتغير) ب) (يزداد، لا يتغير) ج) (يقل، يزداد) د) (لا يتغير، لا يتغير)

أ

في المعادلة النووية الآتية: $({}^{76}_{33}As \rightarrow {}^{76}_{34}As + X + Y)$ ، الرمزان (X،Y) يمثلان جسيما:

أ) (بيتا السالب، ضديد النيوترينو) ب) (بيتا الموجب، ضديد النيوترينو)

ج) (بيتا السالب، النيوترينو) د) (بيتا الموجب، النيوترينو)

أ

في المعادلة النووية الآتية $({}^{137}_{56}Ba^{*} \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + b)$ الرمز (b) يمثل أشعة:

أ) ألفا ب) غاما ج) بيتا الموجبة د) بيتا السالبة

ب

(وزارة ٢٠٢١ش صناعي معيدين)

إذا اضمحلت نواة باعثة إشعاع غاما، فإن ما يحدث لكل من عددها الكتلي وعددها الذري على الترتيب:

أ) يتغير، لا يتغير ب) لا يتغير، يتغير ج) يتغير، يتغير د) لا يتغير، لا يتغير

د

أي النوى الآتية تنتج عندما تضمحل نواة البولونيوم $({}^{210}_{84}Po)$ باعثة جسيم ألفا؟

أ) ${}^{206}_{82}Pb$ ب) ${}^{208}_{82}Pb$ ج) ${}^{210}_{82}Pb$ د) ${}^{212}_{82}Pb$

أ

(وزارة ٢٠٢١ص علمي)

في المعادلة النووية الآتية: $({}^{14}_{6}C \rightarrow X + {}^{0}_{-1}e + Y)$ ، الرمزان (X، Y) يمثلان:

أ) نيوترينو، ${}^{14}_{7}N$ ب) ضديد النيوترينو، ${}^{14}_{7}N$ ج) نيوترون، ${}^{13}_{7}N$ د) ألفا، ${}^{10}_{7}N$

ب

لا يحدث أي تغيير في كل من عدد البروتونات وعدد النيوترونات للنواة الباعثة في اضمحلال:

أ) ألفا ب) بيتا السالبة ج) بيتا الموجبة د) غاما

د

(وزارة ٢٠٢١ص صناعي)

الإشعاع الذي له أكبر قدرة على تأيين ذرات الوسط الذي يعبره من بين الإشعاعات الآتية هو:

أ) ألفا ب) بيتا الموجب ج) بيتا السالب د) غاما

أ

عندما يتحلل أحد بروتونات النواة إلى نيوترون وبوزيترون، فإن النواة تحتفظ بالنيوترون وتبعث البوزيترون على صورة إشعاع بيتا الموجب وذلك:

أ) لأن البوزيترون يتنافر مع بروتونات النواة، في حين أن النيوترون لا يتنافر معها

ب) لأن الطول الموجي المصاحب للبوزيترون كبير مقارنة بأبعاد النواة، فتبعثه النواة خارجها

ج) للتخلص من الطاقة الزائدة التي تمتلكها النواة نتيجة التحلّل

د) ليتحقق مبدأ حفظ الزخم الخطي ومبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة)

ب

(وزارة ٢٠٢٢ش علمي تكميلي)

من الخصائص التي تنطبق على أشعة غاما:

أ) تتأثر بالمجال المغناطيسي ولا تتأثر بالمجال الكهربائي ب) قدرتها على النفاذ هائلة

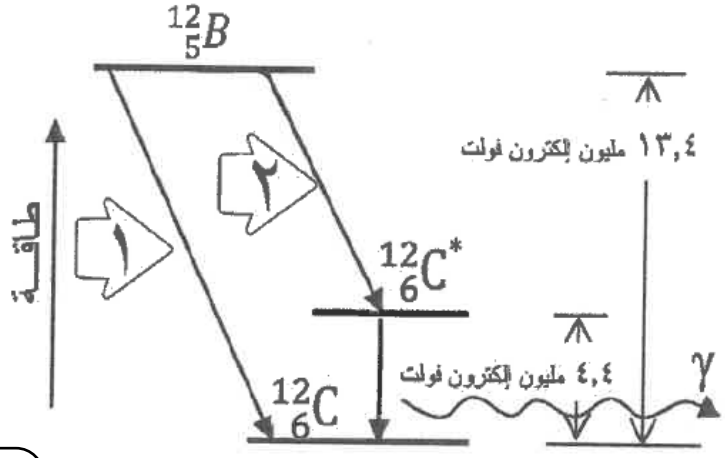
ج) تتأثر بالمجال الكهربائي ولا تتأثر بالمجال المغناطيسي د) قدرتها على التأيين عالية

ب

اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل المجاور، والذي يمثل اضمحلال نواة البورون (B) لتنتج نواة الكربون (C) بإحدى الطريقتين الموضحتين في الشكل. فإن طاقة جسيم بيتا المنبعث في كلٍّ من الطريقتين (١) و(٢) بالمليون إلكترون فولت على الترتيب:

أ) (٤,٤)، (٩) ب) (٤,٤)، (٤,٤)

ج) (١٣,٤)، (٤,٤) د) (١٣,٤)، (٩)



د

(وزارة ٢٠٢٢ش صناعي تكميلي)

عندما تعبر أشعة ألفا وسط ما فإن قدرتها على تأيين ذرات الوسط، والنفاذ منه على الترتيب:

أ) عالية، عالية ب) ضعيفة، ضعيفة ج) ضعيفة، عالية د) عالية، ضعيفة

د

المعادلة النووية التي تعبّر بشكل صحيح عن اضمحلال بيتا الموجبة:

أ) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}_{+1}e + \nu$ ب) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}_{+1}e + \nu$

ج) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}_{+1}e + \bar{\nu}$ د) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}_{+1}e + \bar{\nu}$

ب

٥. الإشعاع النووي الطبيعي

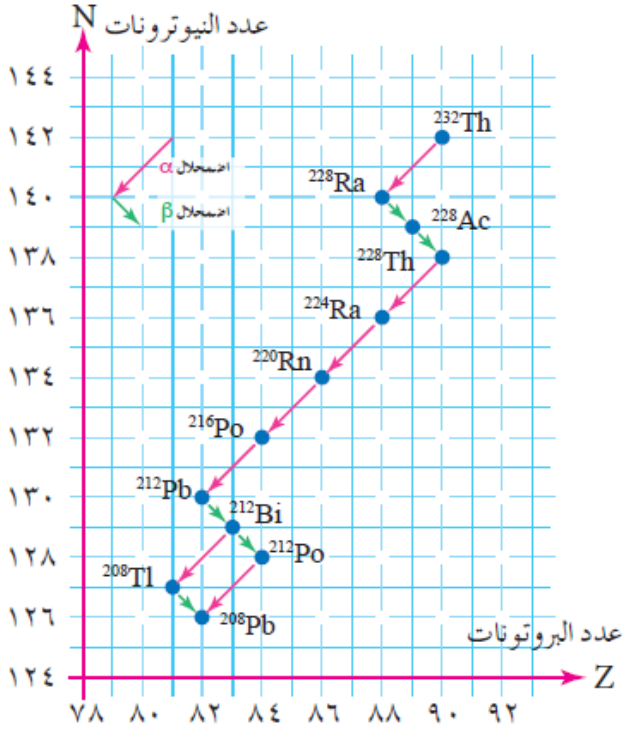
- بعد دراسة أنواع الجسيمات أو الإشعاعات المنبعثة من الأنوية غير المستقرة، سندرس الآن إشعاع الأنوية كما يحدث في الطبيعة.
- في الطبيعة تشع النواة غير المستقرة عن طريق الاضمحلال بشكل تلقائي، ويسمى هذا الإشعاع: إشعاع نووي طبيعي.
- قد ينتج من الاضمحلال نواة غير مستقرة أيضاً، فتضمحل هي الأخرى في محاولة إلى حالة الاستقرار، وهكذا يستمر الاضمحلال في سلسلة مستمرة إلى أن تنتج نواة مستقرة يتوقف بها الاضمحلال.
- **سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي** هي: مجموعة التحولات المتتالية التلقائية التي تبدأ بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل، وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر.
- يصاحب كل تحول في السلسلة انبعاث دقائق ألفا أو دقائق بيتا السالبة.
- أشهر سلاسل اضمحلال إشعاع طبيعي ثلاث سلاسل هي:
  ١. سلسلة اليورانيوم: وتبدأ بنظير اليورانيوم $^{238}_{92}U$.
  ٢. سلسلة الأكتينيوم: وتبدأ بنظير اليورانيوم $^{235}_{92}U$.
  ٣. سلسلة الثوريوم: وتبدأ بنظير الثوريوم $^{232}_{90}Th$.

تبدأ جميع السلاسل بنواة نظير مشع، وتنتهي بنواة أحد نظائر الرصاص المستقر.

س١: تسمى سلسلة الأكتينيوم بهذا الاسم بالرغم من أنها تبدأ باليورانيوم (٢٣٥).
لأن السلسلة تسمى باسم العنصر الأطول عمرا فيها وليس الذي تبدأ به.

س٢: ما هو العنصر الأطول عمراً في السلسلة التي تبدأ بنظير اليورانيوم (٢٣٥)؟ ====> الأكتنيوم.

يبين الشكل سلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي لنواة الثوريوم $^{232}_{90}Th$.
لاحظ أن نواة النظير $^{232}_{90}Th$ تبدأ بإشعاع دقيقة ألفا لتنتج نواة الراديوم $^{228}_{88}Ra$ والتي بدورها تضمحل إلى نواة أكتينيوم $^{228}_{89}Ac$ باعثة دقيقة بيتا السالبة، ويستمر الاضمحلال المتتابع للنوى حتى يصل إلى نواة البزموث $^{212}_{83}Bi$، حيث تواجه النواة أكثر من اضمحلال محتمل لها، وتنتهي هذه السلسلة بنواة نظير الرصاص المستقر $^{208}_{82}Pb$.

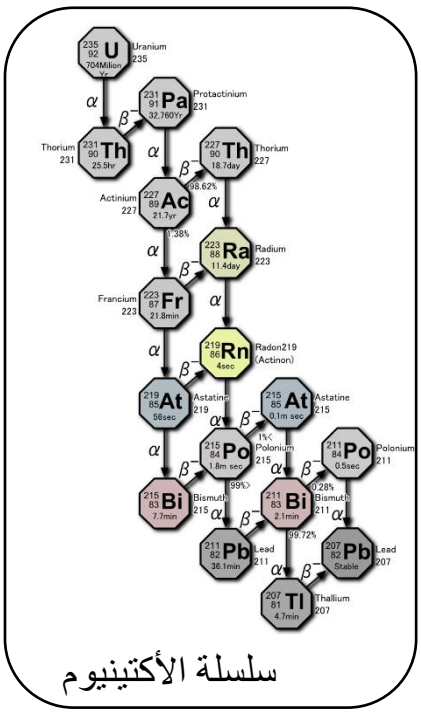


سلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي لنواة الثوريوم ٢٣٢.

❖ تحتوي هذه السلسلة (سلسلة الثوريوم) على (٦) دقائق ألفا و (٤) دقائق بيتا السالبة عبر أي مسار محتمل في السلسلة من بدايتها إلى نهايتها.

❖ يمكن تمثيل هذه المتسلسلة بالمعادلة النووية التالية:

$$^{232}_{90}\mathrm{Th} \longrightarrow {}^{208}_{82}\mathrm{Pb} + 6\,{}^{4}_{2}\mathrm{He} + 4\,{}^{0}_{-1}\mathrm{e} + 4\,\bar{\nu}$$



سلسلة الأكتينيوم

❖ يتحقق في هذه المعادلة مبادئ الحفظ الأربعة، وهي:

١. مبدأ حفظ العدد الذري.

٢. مبدأ حفظ العدد الكتلي.

٣. مبدأ حفظ الزخم الخطي.

٤. مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة).

س١: أكمل المعادلات النووية التالية:

$$^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{218}_{85}At + \text{س}\,\alpha + \text{ص}\,\beta^{-} + \text{ع}\,\bar{\nu}$$

$$^{214}_{83}Bi \rightarrow _____ + 2\alpha + 3\beta^{-} + 3\bar{\nu}$$

(1) ٤ = س
٣ = ص
٣ = ع

(2) $^{206}_{82}X$

(3) $^{210}_{83}Bi$

(4) $^{1}_{0}n$, $^{1}_{0}n$

$$^{214}_{82}Pb \rightarrow __Bi + \alpha + 3\beta^{-} + 3\bar{\nu}$$

$$^{235}_{92}U + _____ \rightarrow {}^{236}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + _____$$

س١: تضمحل نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ وفق المعادلة النووية الآتية:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + 6\,{}^{4}_{2}He + 3\,{}^{0}_{-1}e + 3\,\bar{\nu}$$

أ ما العدد الكتلي (A) للنواة الناتجة (X)؟

ب ما العدد الذري (Z) للنواة الناتجة (X)؟

A = ١٤
Z = ٨٣

س٢: تمر نواة البروتكتينيوم $^{234}_{91}Pa$ في إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي بسلسلة اضمحلالات إشعاعية لتنتج نواة الرصاص $^{210}_{82}Pb$ كما في المعادلة النووية الآتية:

$$^{234}_{91}Pa \longrightarrow {}^{210}_{82}Pb + س\,{}^{4}_{2}He + ص\,{}^{0}_{-1}e + ص\,\bar{\nu}$$

حيث (س): عدد دقائق ألفا المنبعثة، (ص): عدد دقائق بيتا السالبة المنبعثة أو عدد جسيمات ضديد النيوترينو. احسب قيمة (س)، و(ص) في السلسلة السابقة.

س = ٦
ص = ٢

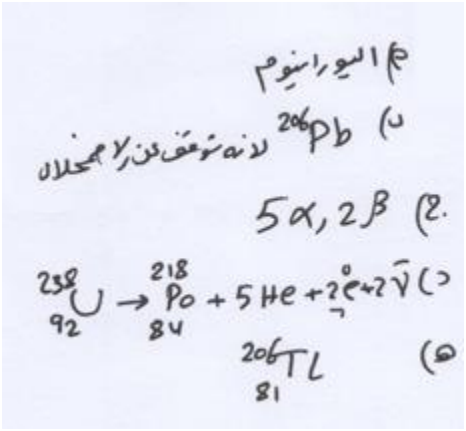
س٣: وضح المقصود بسلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي.

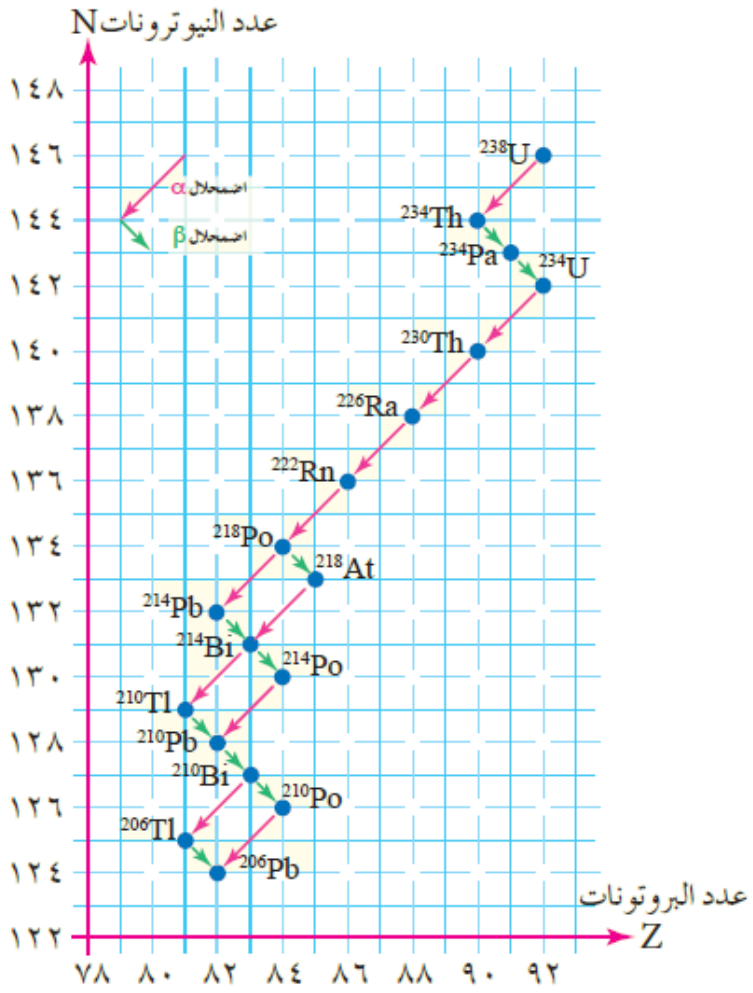
سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي هي: مجموعة التحولات المتتالية التلقائية التي تبدأ بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل، وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر.

س٤: تمر نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ في الطبيعة بسلسلة اضمحلالات، فإذا كانت أول خمسة اضمحلالات على الترتيب لها: (α ، β^- ، α ، β^- ، α)، جد العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة في نهاية هذه الاضمحلالات.

Z = 88
A = 227

س١: أجب عما يأتي:





الشكل(٨–١٠): سؤال (٢).

أ ما اسم هذه السلسلة؟

ب أي نظائر الرصاص الناتجة الآتية مستقر($^{214}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$ ، $^{206}_{82}Pb$)؟ ولماذا؟

جـ كم عدد كل من دقائق ألفا ودقائق بيتا السالبة المنبعثة نتيجة اضمحلال نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى نواة بولونيوم $^{218}_{84}Po$ ؟

د اكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن الاضمحلالات المذكورة في الفرع السابق.

هـ ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة من سلسلة تحولات تبدأ بنواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ تنبعث فيها (٥) دقائق ألفا و (٣) دقائق بيتا السالبة؟

وزارة ٢٠٠٨ص

مثّلت إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي كالآتي : (٨ علامات)

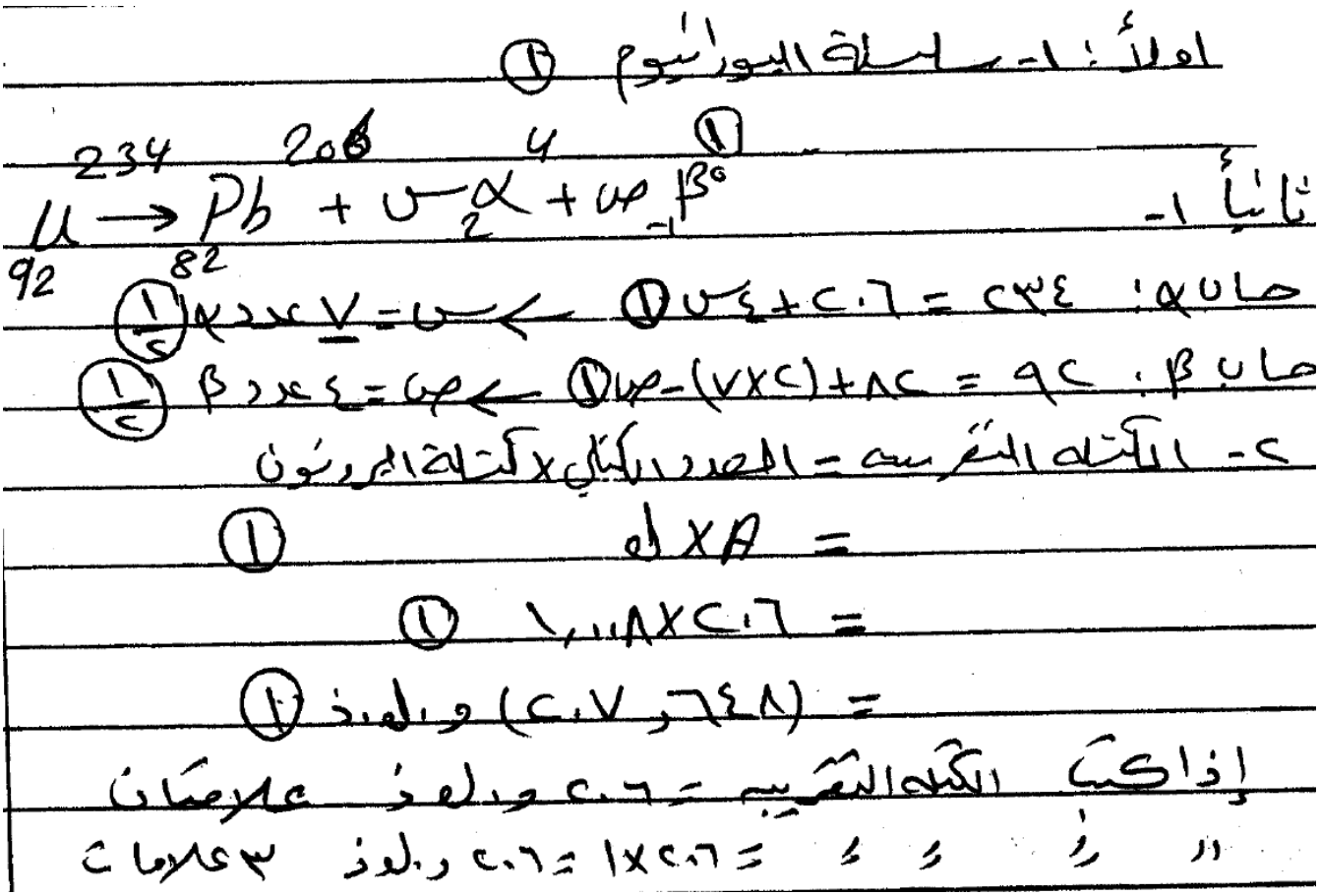
$$_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} \longrightarrow {}_{91}Pa^{234} \longrightarrow {}_{92}U^{234} \ldots \longrightarrow {}_{82}Pb^{206}$$

رقم (١)

أولاً : ما اسم السلسلة المبينة ؟

ثانياً : احسب كلاً من : ١- عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الاضمحلالات **رقم (١)**.

٢- الكتلة التقريبية لنواة العنصر (Pb) بوحدة الكتل الذرية.



وزارة ٢٠٠٩ش

($_{Z}^{A}X$) نواة عنصر غير مستقر، أطلقت أربع جسيمات بيتا وجسيم ألفا واحد، فإن النواة الناتجة تكون :

أ) $_{Z+2}^{A-4}Y$ ب) $_{Z-4}^{A-2}Y$ ج) $_{Z+4}^{A+2}Y$ د) $_{Z-2}^{A+4}Y$

أ

وزارة ٢٠١١ش

عدد جسيمات ألفا وبيتا المنبعثة من سلسلة تحولات تضمحل خلالها نواة $(^{234}_{90}Th)$ إلى نواة $(^{222}_{86}Rn)$ هي:

أ) ٢ ألفا ، ٣ بيتا ب) ٣ ألفا ، ٤ بيتا ج) ٢ ألفا ، ٢ بيتا د) ٣ ألفا ، ٢ بيتا

د

وزارة ٢٠١٢ص

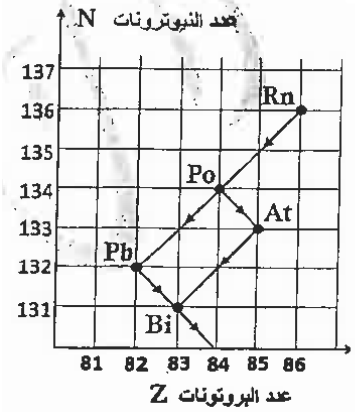
يبيّن الشكل المجاور جزءاً من سلسلة الاضمحلال الإشعاعي لليورانيوم (٢٣٨)، معتمداً على الشكل:

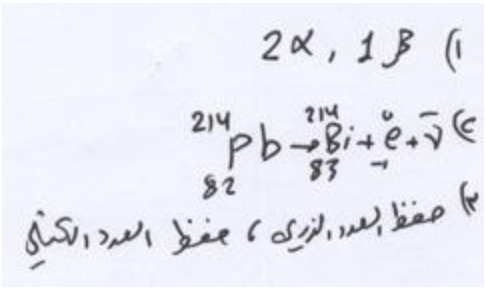
١- ما عدد جُسيمات ألفا وبيتا المنبعثة من اضمحلال Rn إلى Bi ؟

٢- مثّل اضمحلال الرصاص Pb إلى Bi بمعادلة نووية موزونة.

٣- اكتب اثنين من المبادئ التي يخضع لها الاضمحلال الإشعاعي.

(٧ علامات)





وزارة ٢٠١٣ص

تمر نواة غير مستقرة بسلسلة اضمحلالات إشعاعية، فنجد أن العدد الكتلي للنواة الناتجة يقل بثماني وحدات عن النواة الأصلية بينما يبقى العدد الذري كما هو. نستنتج أن عدد جسيمات ألفا وبيتا المنبعثة:

• (٢ ألفا ، ٢ بيتا) • (٢ ألفا ، ٤ بيتا) • (١ ألفا ، ٢ بيتا) • (١ ألفا ، ١ بيتا)

أ

وزارة ٢٠١٤ش

تضمحل نواة الراديوم ($_{88}Ra^{226}$) ضمن سلسلة تحولات إلى نواة ($_{84}Po^{214}$)، احسب عدد دقائق ألفا وبيتا الناتجة عن هذه التحولات. (٤ علامات)

$\alpha = 3$
$\beta = 2$

وزارة ٢٠١٥ش

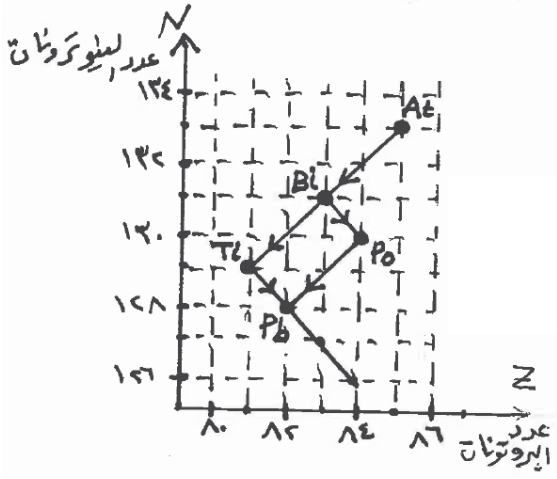
تحولت نواة ($_{a}^{b}X$) إلى نواة ($_{84}^{218}Y$) بعد سلسلة تحولات وانبعاث (٤) جسيمات ألفا و جسيم بيتا ما قيمة كل من (a) و (b) ؟

$a = 91$
$b = 234$

وزارة ٢٠١٧ش

١) يُبيّن الشكل المجاور جزءًا من سلسلة اضمحلال اليورانيوم (٢٣٨).

(٥ علامات)



معتمدًا على الشكل وبياناته **أجب** عما يأتي :

١- **مثِّل** اضمحلال (Bi) إلى (Po) بمعادلة نووية موزونة.

٢- **ما** عدد جسيمات ألفا وعدد جسميات بيتا المنبعثة من اضمحلال (At) إلى (Pb)؟

$^{216}_{83}Bi \rightarrow {}^{216}_{84}Po + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$ (١

٢) $2\alpha, 1\beta^-$

وزارة ٢٠١٨ش معيدين

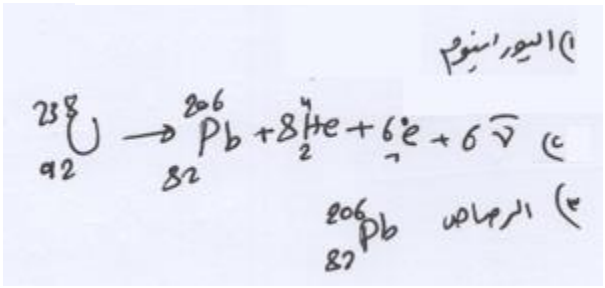
معتمدًا على سلسلة الاضمحلال الإشعاعي الآتية، أجب عن الأسئلة التي تليها: (٧ علامات)

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th \longrightarrow ^{234}_{91}Pa \longrightarrow \cdots \longrightarrow ^{206}_{82}Pb$$

١ ما اسم هذه السلسلة؟

٢) اكتب معادلة نووية موزونة تمثّل هذه السلسلة.

٣ ما اسم النظير المستقر في هذه السلسلة؟



وزارة ٢٠١٨ص

معتمدًا على المعادلة النوويّة الآتية، **أجب عمّا يأتي:** (١٢ علامة)

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + 8X + 6^{0}_{-1}e + 6Y$$

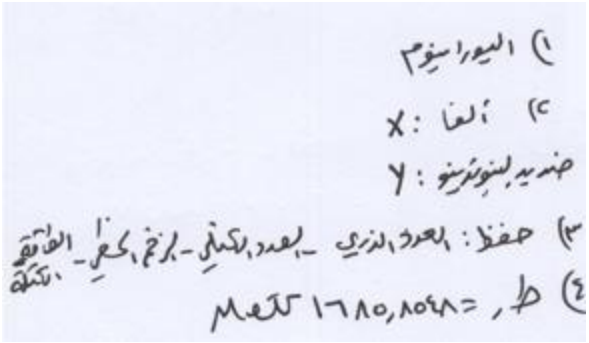
١- ما اسم سلسلة الاضمحلال الإشعاعي التي تمثّلها المعادلة؟

٢- ماذا يمثّل كل من (X) و (Y) ؟

٣- اذكر مبادئ حفظ الكميات الفيزيائيّة التي يحقّقها التفاعل النووي.

٤- احسب طاقة الربط النوويّة لنواة $^{238}_{92}U$

علمًا بأن (ك$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك. ذ ، ك$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك. ذ ، ك$_{نواة}$ $^{238}_{92}U$ = ٢٣٨,١٣١ و.ك. ذ)



وزارة ٢٠١٩ص معيدين

سلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي التي تبدأ بنظير اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) تسمى سلسلة:

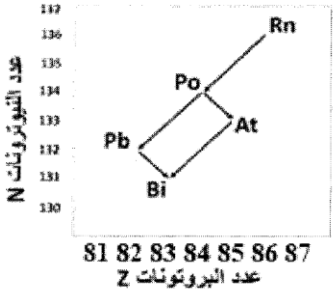
أ) اليورانيوم ب) الثوريوم ج) الأكتينيوم د) الرصاص ج

(وزارة ٢٠٢١ش صناعي معيدين)

اعتمادًا على الشكل المجاور، والذي يبين اضمحلال (Rn) إلى(Bi) في سلسلة الاضمحلال الإشعاعي لليورانيوم (٢٣٨)، عدد جسيمات ألفا(α) وعدد جسيمات بيتا (β) المنبعثة من هذا الاضمحلال على الترتيب هما:

أ) (١) ، (١) ب) (٢)، (٢)

ج) (١) ، (٢) د) (٢) ، (١)



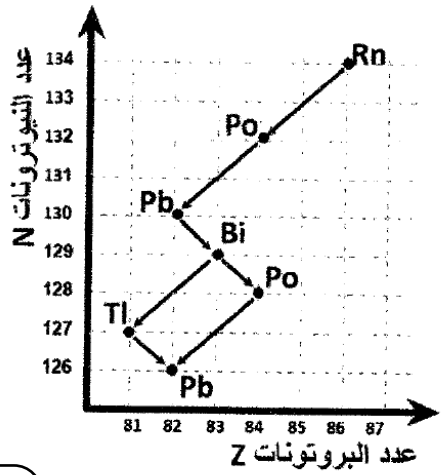
د

(وزارة ٢٠٢١ص علمي)

معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل المجـاور والذي يبين الجزء الأخير من إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي، والتي تنتهي بنظير الرصاص (Pb) المستقر .عدد جسيمات ألفا (α) وبيتا(β) المنبعثة من اضمحلال نواة الرصاص غير المستقر إلى نواة الرصاص المستقر:

أ) ٢α ، β ب) ٢α ، ٢β

ج) ٣α ، ٣β د) α ، ٢β



د

(وزارة ٢٠٢١ص صناعي)

تشترك سلاسل الاضمحلال الإشعاعي جميعها في أحد الخصائص الآتية:

أ) تبدأ نشاطها الإشعاعي بإشعاع دقائق بيتا ب) تنتهي بنظير الرصاص المستقر $^{208}_{82}Pb$

ج) يحدث نشاطها الإشعاعي بشكل تلقائي د) تسمى باسم العنصر الأول في السلسلة

ج

تمر نواة الثوريوم $^{232}_{90}Th$ في إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي بسلسلة اضمحلالات إشعاعية لتنتج نواة الرادون $^{220}_{86}Rn$. عدد كل من دقائق ألفا ودقائق بيتا السالبة المنبعثة على الترتيب نتيجة هذه الاضمحلالات:

أ) ٢، ٣ ب) ٣، ٢ ج) ٣، ٤ د) ٤، ٣

ب

(وزارة ٢٠٢٢ش علمي تكميلي)

عندما تضمحل نواة ما باعثة جسيم ألفا متبوعًا بجسيمي بيتا السالبين، فإنّ النواة الناتجة يكون لها:

أ) عدد النيوكليونات للنواة الأم نفسه
ب) عدد النيوترونات للنواة الأم نفسه
ج) العدد الكتلي للنواة الأم نفسه
د) العدد الذري للنواة الأم نفسه

د

(وزارة ٢٠٢٢ش صناعي تكميلي)

تضمحل نواة البولونيوم $^{218}_{84}Po$ وفق المعادلة النووية الآتية: $^{218}_{84}Po \rightarrow {}^{A}_{Z}X + 2\,{}^{4}_{2}He + 3\,{}^{0}_{-1}e + 3\,\bar{\nu}$ ،

قيمة كل من (Z ، A) على الترتيب اللتين تجعلان المعادلة موزونة:

أ) (٨١، ٢١٠)
ب) (٨١، ٢١٢)
ج) (٨٣، ٢١٠)
د) (٨٣، ٢١٢)

ج

٦. الإشعاع النووي الصناعي

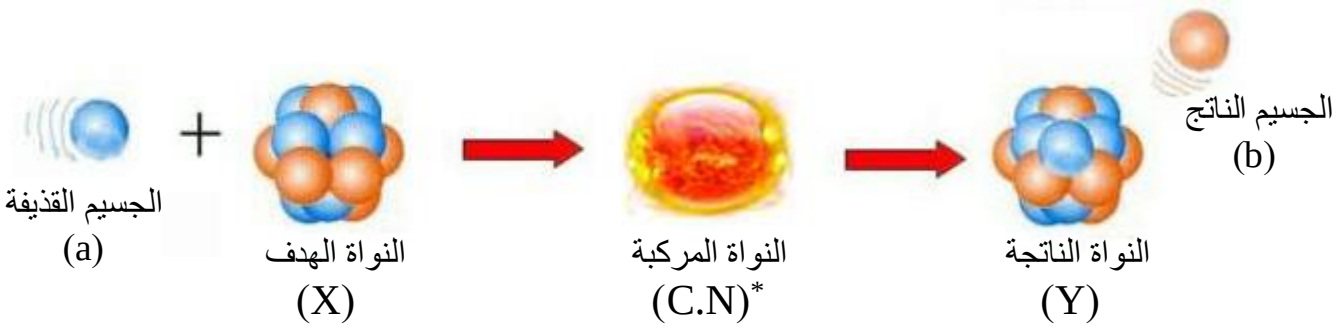
- إذا كان العدد الذري للنواة أكبر من ٨٢، فإن النواة تكون غير مستقرة.
- قد يكون العدد الذري أحياناً أقل من ٨٣ ومع ذلك تكون النواة غير مستقرة (مشعة).
- تتحول النواة المستقرة غالباً إلى مشعة إذا حدث أي تغير في مكوناتها.
- **التفاعل النووي** هو: العملية التي يتم فيها إحداث تغيير في مكونات نواة ما.
- لإحداث تفاعل نووي بين نواة وجسيم:

يتم تسريع الجسيم (القذيفة) (a) باستخدام أجهزة خاصة تسمى المسارعات النووية

تكتسب القذيفة طاقة حركية كافية تمكنها من اختراق النواة (X) وإحداث التحولات النووية

تمتص النواة الهدف القذيفة فتتشكل نواة مركبة $(C.N)^*$ في حالة إثارة وعدم استقرار

ثم تضمحل النواة المركبة في زمن قصير جداً إلى النواة الناتجة (Y) والجسيم الناتج (b).



س١: فسر ما يلي: تعد النواة المركبة حالة انتقالية مؤقتة تتحلل سريعاً في التفاعل النووي.

لأنها تكون في حالة إثارة وعدم استقرار.

- يعتبر الإشعاع الصادر من النواة المركبة: إشعاع نووي صناعي.
- من الأمثلة على القذائف (a) في التفاعلات النووية:
  ١. البروتون $(_1^1H)$ أو $(_1^1p)$.
  ٢. دقائق ألفا $(_2^4He)$.
  ٣. الديتيريوم $(_1^2H)$.
  ٤. النيوترون $(_0^1n)$.

س٢: فسر ما يلي: يعد النيوترون $(_0^1n)$ من أفضل القذائف النووية المستخدمة في إنتاج النظائر المشعة.

لأن النيوترون متعادل كهربائي، فلا يتفاعل مع النواة تجاذباً أو تنافراً.

س٣: اذكر أهمية المسارعات النووية.

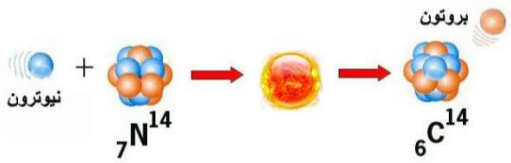
تسريع الجسيم (القذيفة) وإكسابها طاقة حركية كافية تمكنها من اختراق النواة وإحداث التحولات النووية.

❖ من أمثلة التفاعلات النووية التي تنتج إشعاعات نووية صناعية:

$$^{1}_{1}H + ^{7}_{3}Li \longrightarrow ^{8}_{4}Be^{*} \longrightarrow ^{7}_{4}Be + ^{1}_{0}n$$

$$^{1}_{0}n + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{15}_{7}N^{*} \longrightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}H$$

$$^{4}_{2}He + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{18}_{9}F^{*} \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$



❖ تكمن أهمية التفاعلات النووية الصناعية في:

١. إمكانية تحويل عنصر معين إلى عنصر آخر.

٢. انتاج النظائر المشعة.

٣. الحصول على جسيمات أو أشعة ذات طاقة عالية.

❖ تستخدم الأشعة النووية الصناعية والنظائر المشعة في الكثير من المجالات، ومنها المجال الطبي.

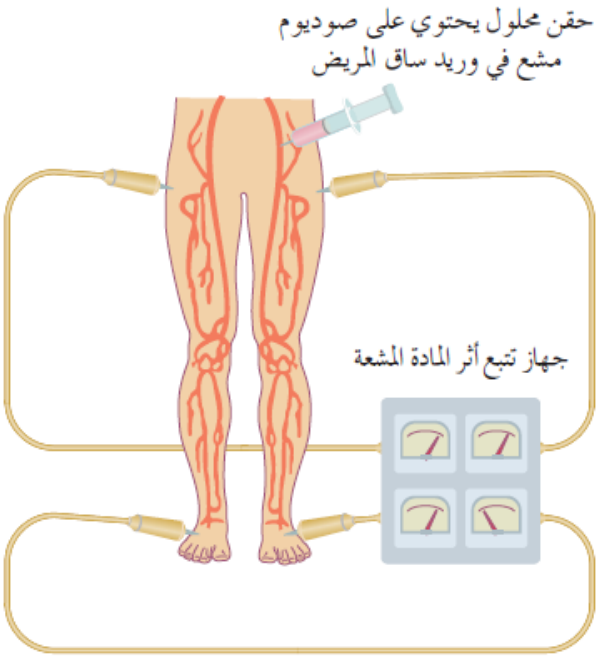
❖ من أمثلة استخدام الأشعة النووية الصناعية والنظائر المشعة في المجال الطبي:

١. التعقب.

٢. العلاج بالإشعاع.

س١: بين كيفية استخدام الأشعة النووية الصناعية والنظائر المشعة في التعقب.

يتم الكشف عن وجود الانسدادات في الأوعية الدموية أو غيابها عن طريق تعقب الإشعاع في جسم المريض؛ إذ يحقن محلول يحتوي على صوديوم مشع في وريد ساق المريض، لمعرفة مدى نشاط الدورة الدموية لديه، لاحظ الشكل (٨-١١)، ويستطيع الطبيب باستخدام أجهزة خاصة أن يقتفي أثر المادة المشعة ويعرف ما إذا كان دم المريض ينساب بشكل طبيعي في الأوعية الدموية أم لا، ليتم تحديد موقع الانسداد بدقة ووصف العلاج اللازم.



الشكل(٨-١١): أحد استخدامات تعقب الإشعاع في الطب.

س١: بين كيفية استخدام الأشعة النووية الصناعية والنظائر المشعة في العلاج بالإشعاع.

يمكن أن يكون الإشعاع النووي مفيدًا في الدرجة الأولى في قتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة، فعندما يتركز الورم في منطقة محددة من الجسم يتم القضاء عليه بتوجيه حزمة ضيقة عالية التركيز من أشعة غاما نحو النسيج السرطاني، وتستخدم أشعة غاما المنبعثة من أحد النظائر المشعة، مثل الكوبالت $^{60}_{27}Co$، ويمكن استخدام الأشعة السينية أو البروتونات أو النيوترونات لهذا الأمر، وذلك باستخدام أجهزة خاصة

س٢: اذكر خمسة أمور يجب مراعاتها في العلاج لكي يكون الضرر أقل ما يمكن عند استخدام الأشعة النووية.

١. تحديد نوع الإشعاع.
٢. تحديد طاقة الإشعاع.
٣. تحديد العضو المعرض للإشعاع (الجلد، العظام، الكبد).
٤. تحديد زمن التعرض للإشعاع.
٥. تحديد مدى قرب الجسم من مصدر الإشعاع.

س٣: رتب مصادر خطورة الإشعاع.

تبعاً لقدرة الإشعاع على التأيين ثم تبعاً لقدرة الإشعاع على النفاذ.

س٤: متى تكون دقائق ألفا (α) هي الأكثر خطورة على جسم الإنسان؟

إذا كان مصدر الإشعاع داخل جسم الإنسان (علل؟) وذلك بسبب قدرتها العالية على التأيين.

س٥: كيف يمكن أن يكون مصدر الإشعاع داخل جسم الإنسان؟

إذا تناول الشخص طعاماً ملوثاً بالإشعاع.

س٦: ما هو أثر عمليات التأيين على جسم الإنسان؟

- ينتج من عمليات التأيين تفاعلات كيميائية تؤدي إلى:
  ١. إتلاف خلايا الجسم وأنسجته.
  ٢. تحويل الخلايا السليمة التي تعرضت للتأيين إلى خلايا سرطانية.
  ٣. حدوث طفرات وتغيرات في المادة الوراثية قد تؤدي إلى ولادة أطفال مشوهين.

س٧: متى تكون أشعة غاما (γ) هي الأكثر خطورة على جسم الإنسان؟

إذا كان مصدر الإشعاع خارج جسم الإنسان (علل؟) وذلك بسبب قدرتها العالية على النفاذ.

س٨: وضح المقصود بالتفاعل النووي؟

هو: العملية التي يتم فيها إحداث تغيير في مكونات نواة ما.

س١: ما التغيرات التي تطرأ على النواة الهدف عند التحامها بقذيفة في أي تفاعل نووي؟

تمتص النواة الهدف القذيفة مشكلة نواة مركبة في حالة إثارة وعدم استقرار ثم ما تلبث النواة المركبة أن تضمحل في فترة زمنية قصيرة جداً.

س٢: حدد مع بيان السبب الأشعة النووية الأكثر خطورة على الإنسان عند التعرض لها:

أ) من مصدر خارج جسم الإنسان.

ب) من مصدر داخل جسم الإنسان.

أ. خارج جسم الإنسان: أشعة غاما لأنها أكثر قدرة على النفاذ.

ب. داخل جسم الإنسان: أشعة ألفا لأنها أكثر قدرة على التأيين.

س٣: اذكر أهمية واحدة لكل من:

أ) نظير الكوبالت المشع $^{60}_{27}\mathrm{Co}$.

ب) عملية التعقب في الأوعية الدموية في المجال الطبي.

أ. يتم توجيه أشعة غاما عالية التركيز المنبعثة من نظير الكوبالت المشع ($\mathbf{^{60}_{27}Co}$) نحو النسيج السرطاني في منطقة الورم وقتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة.

ب. الكشف عن وجود أو غياب الانسدادات في الأوعية الدموية.

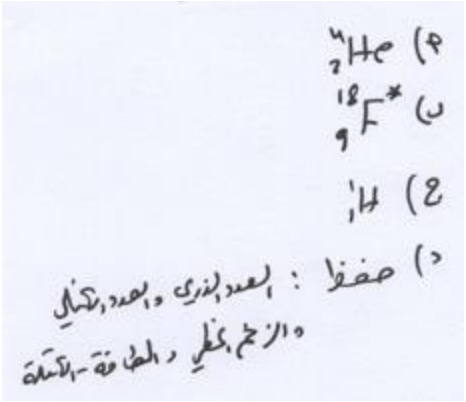
س٤: في التفاعل النووي الآتي: $^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{14}_{7}\mathrm{N} \longrightarrow {}^{18}_{9}\mathrm{F}^{*} \longrightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$

أ) ما القذيفة المستخدمة؟

ب) حدد النواة المركبة في التفاعل.

جـ) أي النواتج يمتلك أكبر طاقة حركية؟

د) ما مبادئ حفظ الكميات الفيزيائية التي يجب أن تتحقق في هذا التفاعل؟



وزارة ٢٠٠٩ش

اذكر ثلاثاً من المبادئ التي يخضع لها التفاعل النووي الآتي : (٣ علامات)

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$$

صفر : العدد الذري والكتلي
الزخم الخطي والطاقة والكتلة

وزارة ٢٠١٠ص

قذفت نواة Al بجسيم ألفا لإنتاج نظير الفسفور المشع P كما في المعادلة : (٦ علامات)

$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$$

احسب : ما المبادئ الأربعة التي يخضع لها هذا التفاعل؟

صفر : العدد الذري والكتلي
الزخم الخطي والطاقة والكتلة

وزارة ٢٠١٧ص

اذكر ثلاثة عوامل يعتمد عليها الضرر البيولوجي للإشعاع النووي.

نوع الإشعاع ، طاقة الإشعاع
العضو المصاب كلما زاد من الجرعة الإشعاعية
حدث قرب الجسم من مصدر الإشعاع

وزارة ٢٠١٨ش

في التفاعل النووي الآتي أجب عمّا يأتي:

$$^{1}_{1}H + ^{7}_{3}Li \longrightarrow ^{8*}_{4}Be \longrightarrow ^{7}_{4}Be + ^{1}_{0}n$$

١) حدّد النواة المركبة في التفاعل.

٢) أي النواتج يمتلك أكبر طاقة حركية؟

١) $^{8}_{4}Be^{*}$
٢) $^{1}_{0}N$

وزارة ٢٠١٩ش معيدين

واحدة ممّا يأتي تُعدّ من أفضل القذائف في التفاعلات النوويّة:

- ${}_{0}^{1}n$
- ${}_{1}^{1}H$
- ${}_{1}^{2}H$
- ${}_{2}^{4}He$

أ

وزارة ٢٠١٩ص

تأمّل معادلة التفاعل النووي المجاورة **ثم أجب عمّا يأتي:** (١٥ علامة)

$${}_{2}^{4}He + {}_{13}^{27}Al \longrightarrow X \longrightarrow {}_{15}^{30}P + {}_{0}^{1}n$$

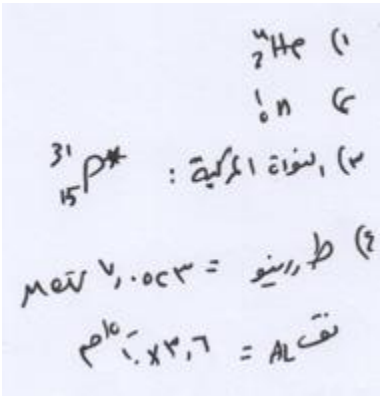
١- حدد رمز العنصر الذي يمثل القذيفة.

٢- أي النواتج يمتلك طاقة حركية أكبر؟

٣- ماذا يمثل الرمز (X) في المعادلة؟

٤- **احسب ما يأتي:**

- طاقة الربط النووية لكل نيوكلون لنواة (${}_{2}^{4}He$) إذا علمت أن (Δ ك = ٠,٠٣٠٣) و.ك.ذ
- نصف قطر نواة (${}_{13}^{27}Al$).



وزارة ٢٠١٩ص معيدين

أكمل المعادلات النووية الآتية:

$^{14}_{7}\mathrm{N} + \cdots \rightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$

$^{64}_{29}\mathrm{Cu} \rightarrow {}^{64}_{28}\mathrm{Ni} + \cdots + \cdots$

$^{4}_{2}He$

$^{0}_{1}e + \nu$

وزارة ٢٠١٩ص تكميلية

في التفاعل النووي الذي تمثله المعادلة: $({}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H)$ ، فإن النواة الناتجة التي تمتلك أكبر طاقة حركية:

أ) ${}^{4}_{2}He$ ب) ${}^{14}_{7}N$ ج) ${}^{17}_{8}O$ د) ${}^{1}_{1}H$

د

(وزارة ٢٠٢٠ص صناعي معيدين)

يمكن أن تنبعث النيوترونات من أنوية الذرات في حالة:

أ) اضمحلال ألفا ب) اضمحلال بيتا ج) الإشعاع النووي الطبيعي د) الإشعاع النووي الصناعي

د

(وزارة ٢٠٢١ش صناعي معيدين)

في التفاعل النووي الذي تمثله المعادلة $({}^{1}_{1}H + {}^{7}_{3}Li \rightarrow {}^{7}_{4}Be + \mathrm{x})$ الجسيم (x) هو:

أ) بوزيترون ب) إلكترون ج) نيوترون د) بروتون

ج

(وزارة ٢٠٢٢ش صناعي تكميلي)

في التفاعلات النووية يجب أن تتحقق أربعة مبادئ لحفظ الكميات الفيزيائية، أحدها يعدّ صورة من صور قانون حفظ الشحنة وهو مبدأ حفظ:

أ) العدد الذري ب) العدد الكتلي ج) الطاقة – الكتلة د) الزخم الخطي

أ

يطلق على: "العملية التي يتم فيها إحداث تغيير في مكونات النواة" اسم:

أ) التفاعل النووي الصناعي ب) التفاعل النووي الطبيعي

ج) الاضمحلال الإشعاعي د) النشاط الإشعاعي

أ

٧. تطبيقات التفاعلات النووية

س١: اذكر تطبيقين على التفاعلات النووية.

١. الانشطار النووي.

٢. الاندماج النووي.

الانشطار النووي

- يعتبر الانشطار النووي أهم التفاعلات النووية الصناعية.
- **الانشطار النووي** هو: تفاعل نووي يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة عند قذفها بنيوترون (بطيء) إلى نواتين متوسطتي الكتلة، ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول إلى طاقة (وفقاً لمعادلة أينشتين في تكافؤ الطاقة – الكتلة).
- يبدأ الانشطار النووي عندما:

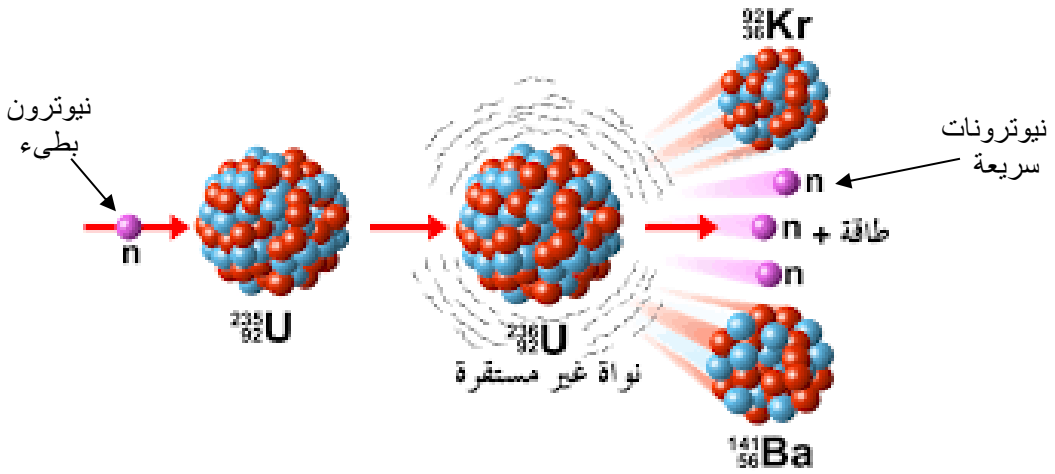
تقذف نواة ثقيلة كاليورانيوم $^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء

فتصبح في حالة إثارة لزمن قصير جداً ما يجعلها نشطة إشعاعياً

وحتى تستقر فإنها تنشطر إلى نواتين مختلفتين منتجة نيوترونين أو ثلاثة نيوترونات سريعات مع كمية هائلة من الطاقة.

- تمثل المعادلة الآتية أحد الاحتمالات في تفاعل الانشطار النووي:

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$$



إن انشطار (١) كغ من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ ينتج منه طاقة تبلغ (٥,٣٢ × ١٠^{٢٦}) مليون إلكترون فولت، وهذه الطاقة تكفي لتشغيل مصباح قدرته (١٠٠) واط لمدة (٣٠٠٠٠) سنة تقريبًا

س٢: أين تكمن أهمية تفاعل الانشطار النووي؟

في الطاقة الكبيرة المتحررة منه

النيوترون البطيء يصطدم بنواة اليورانيوم (٢٣٥)

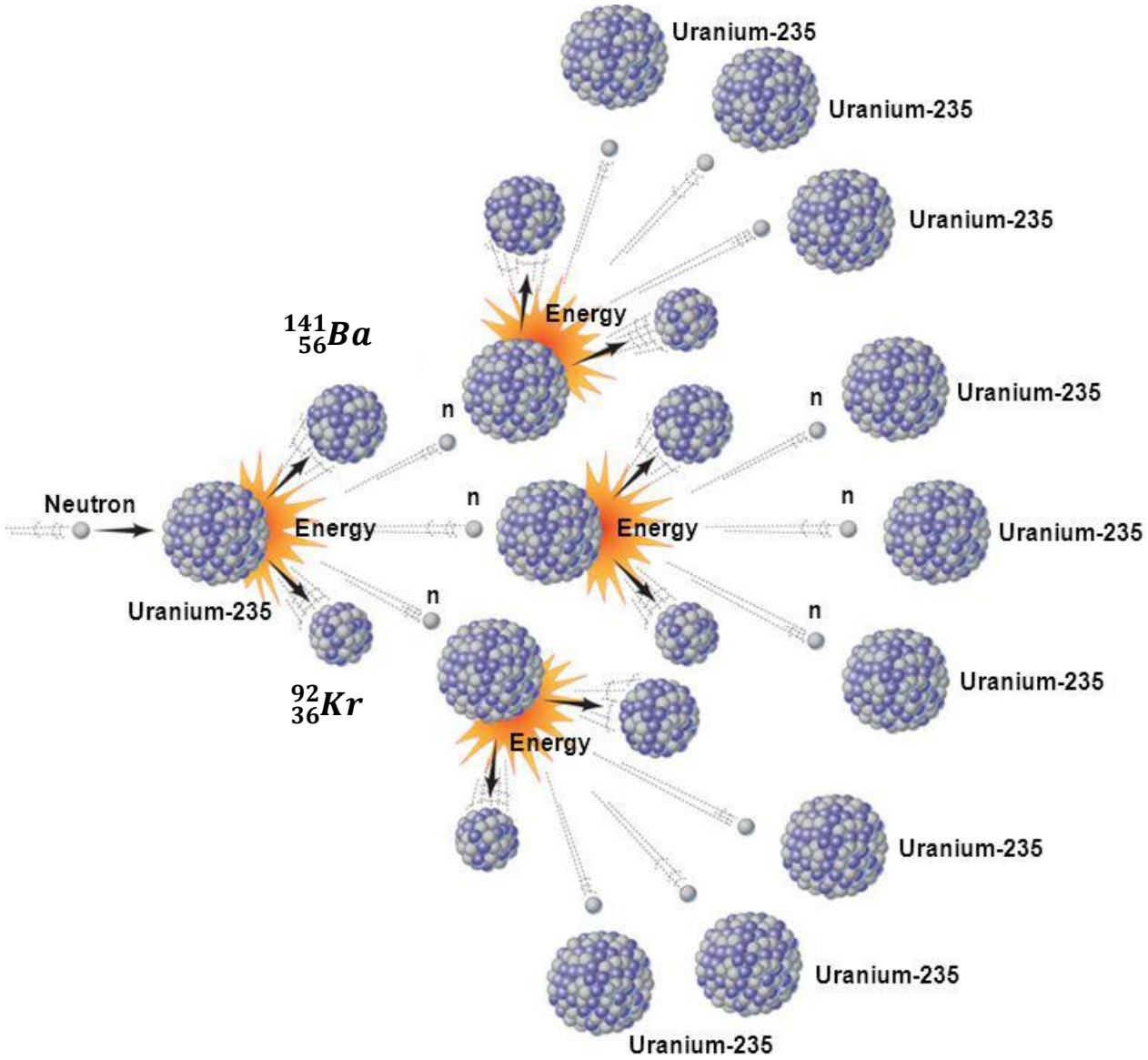
تتحول إلى نواة يورانيوم (٢٣٦) مثارة وغير مستقرة

تنشطر هذه النواة باعثة ٣ نيوترونات سريعة ونواة باريوم وكربتون

النيوترونات السريعة الناتجة من الانشطار تتمكن من شطر نوى أخرى من اليورانيوم (٢٣٥) في كتلة اليورانيوم

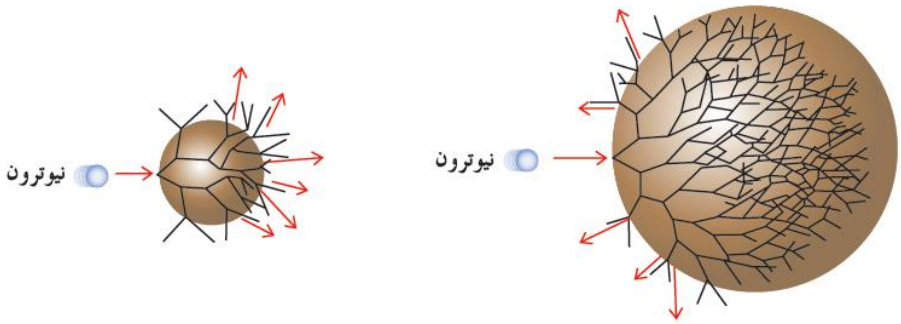
بذلك؛ يقود كل انشطار نووي إلى انشطارات نووية أخرى، فنحصل على التفاعل المتسلسل.

❖ **التفاعل النووي المتسلسل** هو: تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) نتيجة قذفها بنيوترونات تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقاً.



التفاعل المتسلسل الذي يحدث عند قذف كتلة من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء.

- لكي تتمكن النيوترونات السريعة الناتجة من الانشطار من شطر نوى أخرى من اليورانيوم (٢٣٥) في كتلة اليورانيوم، يجب إبطاؤها أولاً، فالنيوترونات السريعة لا تستطيع شطر اليورانيوم (٢٣٥).
- كذلك يجب منع تسرب النيوترونات الناتجة من انشطار اليورانيوم إلى خارج كتلة اليورانيوم، وذلك باستخدام ما يسمى الكتلة الحرجة.
- **الكتلة الحرجة** هي: الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لمنع تسرب النيوترونات وإدامة حدوث التفاعل المتسلسل.



الكتلة الحرجة.

الاندماج النووي

- كما تعلمنا سابقاً، فإن الأنوية الخفيفة (مثل نظائر الهيدروجين) وتحت ظروف معينة تميل للاندماج لتكوين نواة أثقل أكثر استقراراً من الأنوية الخفيفة.
- يصاحب الاندماج نقصان في الكتلة (كتلة النواة الناتجة من الاندماج أقل من مجموع كتلتي النواتين المندمجتين).
- هذا النقص في الكتلة يتحول إلى طاقة عالية جداً (وفقاً لمعادلة أينشتين في تكافؤ الطاقة – الكتلة).
- **الاندماج النووي** هو: عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما.

الاندماج النووي في النجوم

- تستمد الشمس طاقتها من تفاعلات اندماج الهيدروجين، حيث يشكل الهيدروجين معظم كتلة الشمس (وجميع النجوم).
- تحدث في الشمس سلسلة تفاعلات اندماج رئيسية تعرف بدورة بروتون – بروتون، بحيث يكون ناتجها النهائي تجمع أربعة بروتونات لتشكيل نواة هيليوم (^4_2He) كما في التفاعل التالي:

$$4\,{}^{1}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + 2\,{}^{0}_{+1}\mathrm{e} + 2\,\nu$$

تتحول اثنتين من أنوية الهيدروجين (بروتونات) إلى نيوترونات باعثة جسيما بيتا السالب.
هذان النيوترونان مع البروتونان المتبقيان من البروتونات الأربعة، تتحد مكونة نواة الهيليوم وبوزيترونين وطاقة هائلة.

- الشرط الأساسي لحدوث اندماج أنوية الهيدروجين هو رفع درجة حرارة الأنوية المتفاعلة إلى ما يقرب من $^{7}10$ كلفن تحت ضغط هائل(علل؟)، وذلك لأن النوى الداخلة في التفاعل جميعها موجبة الشحنة وصغيرة الحجم.
- تعمل هذه الحرارة العالية على زيادة سرعة النوى

فتزداد طاقتها الحركية وتمكنها من الاقتراب كثيراً من بعضها البعض

وبالتالي التغلب على قوة التنافر الكهربائية بينها فيتم الاندماج النووي.

س١: فسر ما يلي: يسمى تفاعل الاندماج النووي بالـ: التفاعل النووي الحراري.

لأنه يتطلب رفع درجة حرارة التفاعل إلى درجات حرارة عالية جداً، حيث تعمل هذه الحرارة العالية على زيادة سرعة النوى فتزداد طاقتها الحركية وتمكنها من الاقتراب كثيراً من بعضها البعض وبالتالي التغلب على قوة التنافر الكهربائية بينها فيتم الاندماج النووي.

❖ تحدث تفاعلات الاندماج النووي في باطن الشمس والنجوم، بسبب توافر درجات الحرارة العالية والضغط الهائل اللازمان لحدوث تفاعل الاندماج النووي.

الاندماج النووي في المختبرات العلمية (على سطح الأرض)

❖ من الصعب إجراء تفاعل الاندماج النووي في المختبر بسبب عدم إمكانية توفير شرط حدوثه (حرارة عالية جداً تحت ضغط هائل).

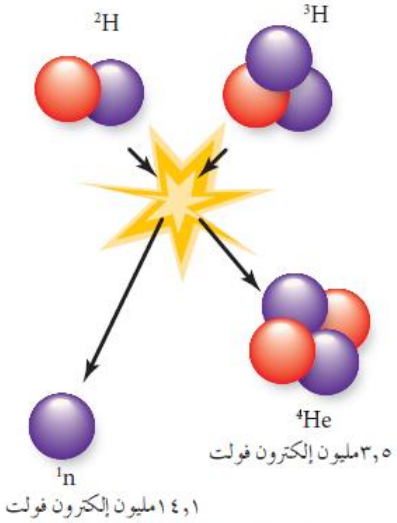
س١: فسرما يلي: يسعى العلماء لإنتاج الطاقة على سطح الأرض من دمج نظيري الهيدروجين؛ الديتيريوم (^2_1H) والتريتيوم (^3_1H).

لأن الطاقة الناتجة من تفاعل الاندماج النووي هائلة جداً، حيث تفوق الطاقة الناتجة لكل نيوكليون من الاندماج النووي أضعاف مضاعفة الطاقة الناتجة لكل نيوكليون من تفاعلات الانشطار النووي.

❖ يكون مجموع كتل النوى الداخلة في التفاعل أكبر من مجموع كتل النوى والجسيمات الخارجة من التفاعل، وهذا الفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة هائلة جداً.

❖ يعبر عن تفاعل الاندماج النووي كما يلي:

$$^2_1H + ^3_1H \longrightarrow ^4_2He + ^1_0n$$



تفاعل اندماج التريتيوم والديتيريوم.

❖ وللاستفادة من هذا التفاعل يتعين توفير مفاعل نووي حراري لم يخرج بعد عن حيز التجريب، إذ لا تزال أمامه الكثير من العقبات بالرغم من تغلب العلماء على بعض منها، ونأمل أن تكون أنت مستقبلًا أحد من يتغلب على ما تبقى منها.

س١: وضح المقصود بكل من: الانشطار النووي، والتفاعل المتسلسل، والاندماج النووي.

س١: اذكر:

أ شرطي حدوث التفاعل المتسلسل.

توفر الحد الأدنى من كتلة الوقود النووي اللازم لإدامة التفاعل المتسلسل (الكتلة الحرجة)، ومنع تسرب النيوترونات خارج كتلة اليورانيوم.

س٢: قارن بين تفاعلي الانشطار والاندماج النوويين من حيث الوقود المستخدم، والطاقة الناتجة، وشروط حدوث كل تفاعل.

	تفاعل الانشطار	تفاعل الاندماج
الوقود المستخدم	يورانيوم $^{235}_{92}U$ أو بلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$	نظير الهيدروجين في الشمس، والديتيريوم والتريتيوم على الأرض.
الطاقة الناتجة	كبيرة جدًّا	أضعاف الطاقة الناتجة عن الانشطار
شروط حدوث التفاعل	وجود نيوترونات بطيئة	١. توفر درجة حرارة عالية جدًّا. ٢. ضغط هائل.

وزارة ٢٠٠٩ص

أعطِ فائدة واحدة لكل من : الكتلة الحرجة.

لأنها حدث تفاعلات متسلسلة. ① داخل المفاعل النووي

وزارة ٢٠١٠ش

يمكن التعبير عن تفاعل الاندماج النووي بالمعادلة :

$$_{1}^{3}H + _{1}^{2}H \longrightarrow _{2}^{4}He + _{0}^{1}n$$

١) لماذا سمّي هذا التفاعل بالتفاعل النووي الحراري؟

٠,٠٢٨١ و.ك.ذ

٢) احسب طاقة الربط النووية لنواة $_{2}^{4}He$ بوحدة (و.ك.ذ.).

ك $_{2}^{4}He$ = (٤,٠٠٣٩) و.ك.ذ.

(٨ علامات)

لذا يلزم رفع درجة حرارة المواد الداخلة في التفاعل ①

وزارة ٢٠١١ص

علّل كلاً مما يأتي: (٥ علامات)

لإحداث الاندماج النووي لا بدّ من رفع درجة حرارة النوى الداخلة في تفاعل الاندماج.

لتصبح سرعة النواة كبيرة فتقترب من بعضها وبالتالي تتغلب القوى النووية على القوى الكهربائية. ① ①

وزارة ٢٠١٤ش

عرّف كلاً ممّا يأتي: (الاندماج النووي).

وزارة ٢٠١٥ص

أجب عمّا يأتي: عرّف الكتلة الحرجة.

وزارة ٢٠١٩ص معيدين

وضّح المقصود بالانشطار النووي.

وزارة ٢٠١٩ص تكميلية

يحدث تفاعل الاندماج النووي في باطن الشمس بسبب توافر :

أ) ضغط مرتفع، ودرجة حرارة منخفضة ب) ضغط منخفض، ودرجة حرارة منخفضة

ج) ضغط مرتفع، ودرجة حرارة مرتفعة د) ضغط منخفض، ودرجة حرارة مرتفعة

ج

(وزارة ٢٠٢١ص علمي)

التفاعل النووي الذي تعبر عنه المعادلة النووية الموزونة الآتية: (${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$) ، هو تفاعل:

أ) اندماج نووي ب) انشطار نووي ج) اضمحلال ألفا د) اضمحلال بيتا

أ