

# التفوق في الفيزياء

## الفصل الثامن

## الفيزياء النووية

Mostafa ٠٧٩٠٧٦٢٢٤٩

## أولاً البنية النووية و بعض خصائص النواة:

النيوكلون قد يكون اما بروتون أو نيوترون.

\* البنية النووية: تتكون النواة من بروتونات و نيوترونات، وتسمى أيضاً **نيوكلونات**.  
\* نواة ذرة الهيدروجين لا تمتلك إلا بروتون واحد فقط بدون نيوترونات.

\* العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة و يرمز له بالرمز **Z**.

\* العدد الكتلي = عدد النيوكلونات = عدد البروتونات + عدد النيوترونات و يرمز له بالرمز **A**.

\* عدد النيوترونات =  $N = A - Z$  ،  $Z - A = N$  ،  $Z + N = A$ .

مثال: ذرة عنصر الصوديوم  $^{23}_{11}\text{Na}$  ، **احسب** عدد كل البروتونات و النيوترونات.

عدد البروتونات =  $Z = 11$  ، عدد النيوترونات =  $Z - A = 11 - 23 = 12$ .

سؤال: ذرة المغنيسيوم **Mg** تمتلك 12 بروتون و 12 نيوترون، عبر عنها باستخدام الرمز الكيميائي للعنصر؟

\* **النظائر** : ذرات للعنصر نفسه أنويتها تتساوى في العدد الذري و تختلف في العدد الكتلي.

\* مثال على النظائر، نظائر الهيدروجين:  $^1_1\text{H}$  ، الديتيريوم  $^2_1\text{H}$  ، التريتيوم  $^3_1\text{H}$  .

\* **تفاوت نسبة النظائر في الطبيعة**  $^1_1\text{H}$  هو الأكثر وجوداً من نظائره الاخرى، و نظير الكربون  $^{12}_6\text{C}$  أكثر

انتشاراً من نظائره الاخرى  $^{11}_6\text{C}$  ،  $^{13}_6\text{C}$  ،  $^{14}_6\text{C}$  كما يمكن انتاجها صناعياً.

\* **تُقاس كتلة الذرة باستخدام (و.ك.ذ) وحدة الكتل الذرية**، نظراً لصغرها، حيث:

1 و.ك.ذ =  $\frac{1}{12}$  من كتلة نظير الكربون 1 و.ك.ذ =  $1.66 \times 10^{-27}$  كغ.

\* **الجدول المجاور يُبين كتل بعض الجسيمات الذرية:**

الجسيم	الرمز	الكتلة (كغ)	الكتلة (و.ك.ذ)
البروتون	ك <sub>p</sub>	$1.6726 \times 10^{-27}$	1,0073
النيوترون	ك <sub>n</sub>	$1.6749 \times 10^{-27}$	1,0087
الإلكترون	ك <sub>e</sub>	$9.1094 \times 10^{-31}$	$5.4858 \times 10^{-4}$

### بعض خصائص النواة:

\* في تجارب رذرفورد قام بقذف صفائح فلزية بجسيمات ألفا و افترض ان نوى الذرات كروية الشكل.

\* نصف قطر النواة يحسب باستخدام العلاقة الرياضية:  $\text{نق} = \text{نق} \sqrt[3]{AV}$  ،  $\text{نق} = \text{ثابت} = 1.2 \times 10^{-10}$  م،  $A$ : العدد الكتلي

سؤال: احسب نصف قطر نواة ذرة الألمنيوم  $^{27}_{13}\text{Al}$  .

مثال: احسب نصف قطر نواة ذرة الليثيوم  $^7_3\text{Li}$  .

←  $\text{نق} = 1.2 \times 10^{-10} \times \sqrt[3]{8} = 1.2 \times 10^{-10} \times 2 = 2.4 \times 10^{-10}$  م.

نق =  $1.2 \times 10^{-10} \times \sqrt[3]{27} = 1.2 \times 10^{-10} \times 3 = 3.6 \times 10^{-10}$  م.

\* بما ان النواة كروية يمكن حساب حجمها: ح الكرة =  $\frac{4}{3} \pi \text{ نق}^3$  ← ح النواة =  $\frac{4}{3} \pi (\sqrt[3]{A})^3$

$$\text{ح النواة} = \frac{4}{3} \pi \text{ نق}^3$$

$$\text{كثافة النواة: ث النواة} = \frac{\text{ك ب} \times A}{\frac{4}{3} \pi \text{ نق}^3} = \text{مقدار ثابت}$$

مثال: احسب كثافة كل من نواتي الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$  و الحديد  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$  ؟

$$\text{كثافة نواة الهيليوم: ث النواة} = \frac{A \times \text{ك ب}}{\frac{4}{3} \pi \text{ نق}^3} \leftarrow \text{ث النواة} = \frac{A \times \text{ك ب}}{\frac{4}{3} \pi \text{ نق}^3}$$

$$= \frac{3 \times 1.66 \times 10^{-27}}{4 \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-15})^3} = 1.0 \times 10^7 \text{ كغ/م}^3$$

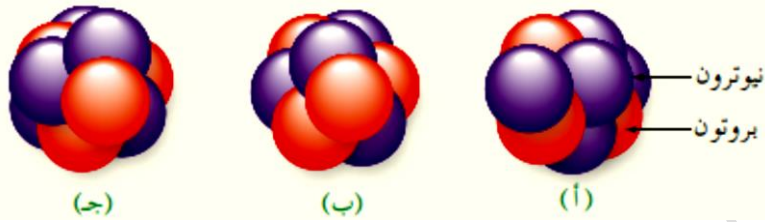
$$\text{كثافة نواة الحديد: ث النواة} = \frac{3 \times 1.66 \times 10^{-27}}{4 \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-15})^3} = 1.0 \times 10^7 \text{ كغ/م}^3$$

كثافة نوى العناصر جميعها ثابتة لأنها تتكون من المكونات ذاتها.

### أسئلة الكتاب ص ٢٤١:

\* ما عدد البروتونات في نواة ذرة البوتاسيوم  ${}^{39}_{19}\text{K}$ ؟ وما عدد النيوترونات فيها؟

← عدد البروتونات = العدد الذري = ١٩ ، عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري = ٣٩ - ١٩ = ٢٠



\* يمثل الشكل المجاور ٣ نوى مختلفة (أ، ب، ج) أي النوى تشكل نظائر للعنصر نفسه؟ فسر اجابتك.

← (ب) و (ج) نظائر، لهما نفس عدد البروتونات و تختلف في عدد النيوترونات.

\* س، ص نواتان اذا علمت ان العدد الكتلي للنواة (س) يساوي ثلاثة أمثال العدد الكتلي للنواة (ص) فجد نسبة:

(أ) كثافة النواة (س) الى كثافة النواة (ص)؟

(ب) قطر النواة (س) الى قطر النواة (ص)؟

(ج) حجم النواة (س) الى حجم النواة (ص)؟

← (أ) ث نواة (س) / ث نواة (ص) = ١

$$\text{نق نواة س} = \sqrt[3]{\frac{3}{\text{نق نواة ص}}}$$

$$\text{نق نواة (س)} = \frac{\sqrt[3]{A^3}}{\sqrt[3]{A}} = \sqrt[3]{\frac{3}{\text{نق نواة (ص)}}}$$

$$\text{ح نواة س} = 3 \text{ ح نواة ص}$$

$$\text{ح نواة (س)} = \frac{\text{ح نواة (ص)}^3}{\text{نق}} = 3$$

## ثانياً استقرار النواة: (القوى النووية هي سبب استقرار النواة).

\* على الرغم من قوة التنافر بين البروتونات الموجبة إلا أنها متجمعة في حيز صغير جداً هو النواة و السبب في ذلك وجود قوى تربط مكونات النوى مع بعضها تسمى القوة النووية.

**القوى النووية:** هي قوة تجاذب ذات مدى قصير جداً تربط النيوكلونات المتجاورة في النواة.

← قوة تنافر كهربائية بين البروتونات.  
← يوجد قوتان داخل النواة  
← قوة تجاذب بين النيوكلونات فيما بينها (بروتونات مع بروتونات/نيوترونات مع نيوترونات/نيوترونات مع نيوترونات).

\* تمتاز قوة الربط النووية :

١. قوة تجاذب تكون بين النيوكلونات فقط و لاتعتمد على الشحنة.

٢. كبر مقدارها.

٣. قصر مداها في حال كان النيوكليين متجاورين.

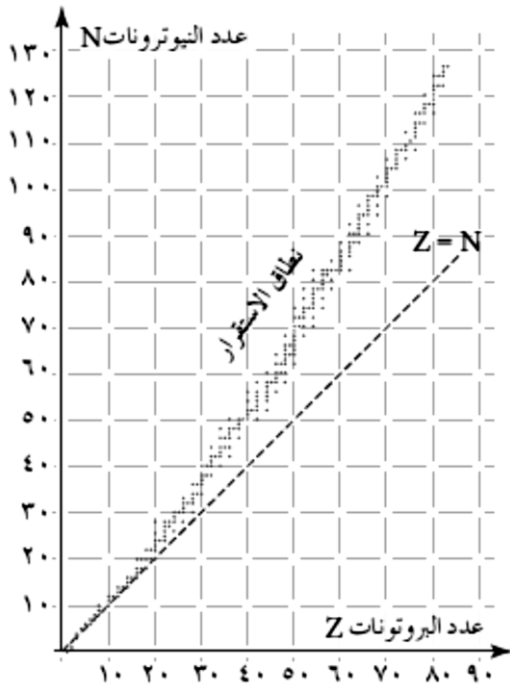
٤. تكون قوة الربط النووية أكبر ما يمكن اذا كان النيوكليين متلاصقين (ف =  $1.4 \times 10^{-10}$  م).

٥. تصبح قوة التنافر بين بروتونين أكبر من قوة الربط النووية إذا زاد البعد بينهما عن ٤ أضعاف تلك المسافة ( $4 \times 1.4 \times 10^{-10}$  م).

\* عدد النيوترونات عامل مهم في استقرار الذرة لأنها متعادلة و لا تتأثر سوى بالقوة النووية.

\* يمثل الشكل المجاور العلاقة بين عدد النيوترونات N و عدد البروتونات

Z للنوى التي يقل عددها الذري عن ٨٣.



**نلاحظ من المنحنى ان:**

(١) النوى المستقرة تظهر ضمن نطاق ضيق يسمى نطاق الاستقرار و

تقسم الى:

أ- النوى المستقرة الخفيفة ( $Z \geq 20$ ) مثل  $N=Z$  مثل  ${}^{16}_8O$  أو

$Z < N$  مثل  ${}^{23}_{11}Na$ .

ب- النوى المتوسطة المستقرة التي يقع عددها الذري ضمن المدى

( $20 < Z < 83$ )، تقع أنويتها فوق الخط  $Z=N$  على الرغم

من وجود عدد كبير من البروتونات إلا ان عدد النيوترونات أكبر

من عدد البروتونات لذلك تبقى قوة التجاذب النووية سائدة على

قوى التنافر الكهربائي.

مثل: ذرة الزركونيوم  ${}^{94}_{40}Zr$ : تمتلك ٥٠ نيوترون و ٤٠ بروتون ( $N > Z$ ).

ذرة الذهب  ${}^{197}_{79}Au$ : تمتلك ١١٨ نيوتروناً و ٧٩ بروتوناً ( $N > Z$ ).

(٢) النوى غير المستقرة و هي التي يزيد عددها الذري ٨٣، فسر ذلك؟ بسبب كبر حجم النواة، و تباعد

النيوكلونات عن بعضها فتتعاظم قوى التنافر و لا تستطيع القوى النووية أن تتغلب عليها أو تجاريها مهما كان

عدد النيوترونات.

## سؤال وزاري ٢٠١٥/صيفية :

وضح دور القوى النووية في استقرار النواة.

← قوة التجاذب بين النيوكلونات لا تعتمد على الشحنة و مقدارها كبير جداً تعاكس قوة التنافر بين البروتونات مما يبقى على مكونات النواة مستقرة.

عدد النيوترونات في النوى المستقرة المتوسطة يكون أكبر من عدد البروتونات في النواة الثقيلة.

مثال: نواة الذهب  $^{197}_{79}Au$  عدد نيوتروناتها = ١٩٧ - ٧٩ = ١١٨ نيوترون

بينما نواة اليورانيوم (الثقيلة)  $^{235}_{92}U$  عدد البروتونات = ٩٢ أقل من عدد نيوترونات نواة الذهب  $^{197}_{79}Au$  المستقرة.

## أسئلة الكتاب ص ٢٤٣:

١- اذكر خصائص القوى النووية؟

← ١. قوة تجاذب تكون بين النيوكلونات فقط (لا تتأثر بالشحنة).

٢. كبير مقدارها.

٣. قصر مداها في حال كان النيوكليين متجاورين.

٤. تكون قوة الربط النووية أكبر ما يمكن اذا كان النيوكليين متلاصقين (ف =  $١.٤ \times ١٠^{-١٥}$  م).

٥. تصبح قوة التنافر بين بروتونين أكبر من قوة الربط النووية إذا زاد البعد بينهما عن ٤ أضعاف تلك المسافة ( $٤ \times ١.٤ \times ١٠^{-١٥}$  م).

٢- فسر ما يأتي:

أ) تُعد نواة الثوريوم  $^{234}_{90}Th$  من النوى غير المستقرة؟

ب) نلاحظ انحراف نطاق الاستقرار نحو الأعلى مع زيادة العدد الذري في منحنى الاستقرار.

← أ) بسبب كبر حجم النواة، و تباعد النيوكلونات عن بعضها (العدد الذري  $٩٠ < ٨٣$ ) فيقل تأثير القوى النووية بسبب زيادة المسافة بين النيوكلونات و تصبح قوى التنافر بين البروتونات أكبر من قوى التجاذب.

← ب) لان عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات فبالتالي تتفوق قوى الربط النووية على قوة التنافر الكهربائية.

## ثالثا طاقة الربط النووية:

معادلة آينشتاين في تكافؤ الطاقة والكتلة

وفقاً لآينشتاين فإن الكتلة يمكن ان تتحول الى طاقة و العكس صحيح (تكافؤ الكتلة مع الطاقة)  $\Delta K = \Delta E$  .  
\* يُمكن الحصول على قدر كبير من الطاقة من مقدار صغير جداً من الكتلة، ٩٣١.٥ مليون إلكترون فولت تكافئ فقط ١ وحدة كتل ذرية (و.ك.ذ).

\* من خلال معادلة آينشتاين يمكن تحويل الطاقة (جول) الى كتلة (كغ) و بالعكس.

\* يمكن الحصول على قدر هائل من الطاقة عند تحويل كتلة صغيرة جداً الى طاقة

\* يمكن حساب الطاقة بوحدة المليون إلكترون فولت المكافئة لكتلة ( $\Delta K$ ) مقيسة بوحدة الكتلة الذرية (و.ك.ذ)

باستخدام العلاقة:  $\Delta K \times ٩٣١.٥ = \Delta E$

$$\Delta E = ١.٦٦ \times ١٠^{-١٧} \times (١.٠ \times ٢.٩) = ١.٤٩٤ \times ١٠^{-١٧} \text{ جول}$$

مثال: احسب الطاقة المكافئة لكتلة بروتون.

$$\Delta E = ١.٦٦ \times ١٠^{-١٧} \times ١.٦ = ١.٣٩٦ \times ١٠^{-١٧} \text{ جول}$$

$$\Delta E = ١.٠٠٧٣ \times ٩٣١.٥$$

ط = ٩٣٨.٣ مليون إلكترون فولت. لماذا تكون كتلة النواة أقل من مجموع كتل محتوياتها من النيوكليونات؟ صيفية/2014

\* كتلة النواة تكون دائماً أقل من مجموع كتل مكوناتها (الفرق في الكتلة يتحول الى طاقة تربط مكونات النواة مع بعضها).

## طاقة الربط النووية (ط)

\* من خلال جهاز مطياف الكتلة تمكن العلماء من تحديد كتل النوى وكتل مكوناتها بدقة عالية و وجد فرق في الكتلة بين نواة منفردة و مكوناتها.

مثال: اذا اردنا تكوين نواة ذرة ديتيريوم  ${}^2_1H$  مستخدمين بروتوناً واحداً و نيوترونأ واحداً، احسب كتلة مكونات نواة الديتيريوم.

$$\leftarrow \text{ك مكونات الديتيريوم} = p \times \text{ك} + n \times \text{ك}$$

$$\text{ك مكونات الديتيريوم} = 1 \times 1.0073 + 1 \times 1.0087 = 2.016 \text{ و.ك.ذ}$$

لكن الأبحاث بينت أن كتلة نواة الديتيريوم = 2.0136 و.ك.ذ أي ان ك مكونات نواة الديتيريوم < ك نواة الديتيريوم

\* الفرق في الكتلة يتحول الى طاقة وفق معادلة آينشتين تكافؤ الكتلة-الطاقة، و هذا المقدار من الطاقة يمثل مقدار

طاقة الربط النووية (ط)، و تحسب من العلاقة:  $\Delta \text{ك} \times 931.5$

Z : عدد البروتونات.

$$\text{ط} = (\text{ك المكونات} - \text{ك النواة}) \times 931.5$$

N : عدد النيوترونات.

$$\text{ط} = (n \times \text{ك} + p \times \text{ك} - \text{ك النواة}) \times 931.5$$

طاقة الربط النووية لكل نيكلون تحدد مدى استقرار النواة.

\* طاقة الربط لكل نيكلون =  $\frac{\text{ط}}{A}$  حيث A: العدد الكتلي.

• طاقة الربط النووية (ط): الطاقة الخارجية اللازم تزويد النواة بها لفصل مكوناتها عن بعض نهائياً.

مثال: احسب لنواتي البوتاسيوم  ${}^{39}_{19}K$  و اليورانيوم  ${}^{235}_{92}U$  ما يأتي:

أ) طاقة الربط النووية علماً بأن كتلة نواة البوتاسيوم (38.9637) و.ك.ذ و كتلة نواة اليورانيوم (235.0439) و.ك.ذ.  
ب) طاقة الربط النووية لكل نيكلون.

$$\leftarrow \text{أ) طر لنواة البوتاسيوم} \text{ ط} = \Delta \text{ك} \times 931.5 \quad \text{حيث } Z = 19 \quad N = 20$$

$$\text{ط} = (\text{ك المكونات} - \text{ك النواة}) \times 931.5$$

$$\text{ط} = (n \times \text{ك} + p \times \text{ك} - \text{ك النواة}) \times 931.5$$

$$\text{ط}_K = 931.5 (38.9637 - (1.0087 \times 20 + 1.0073 \times 19))$$

$$\text{ط}_K = 931.5 (38.9637 - 39.3127) = -324.9 \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$\text{ط}_K = 931.5 \times 0.2349 = 218.7 \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$\text{ط} = \Delta \text{ك} \times 931.5 \quad \text{حيث } Z = 92 \quad N = 143$$

$$\text{ط} = (n \times \text{ك} + p \times \text{ك} - \text{ك النواة}) \times 931.5$$

$$\text{ط}_U = 931.5 (235.0439 - (1.0087 \times 143 + 1.0073 \times 92))$$

$$\text{ط}_U = 931.5 (235.0439 - 236.9157) = -1743.58 \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$\text{ط}_U = 931.5 \times 1.8718 = 1743.58 \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$\leftarrow \text{ب) طر لكل نيكلون لنواة البوتاسيوم} = \frac{\text{ط}}{A} = \frac{235.09 \times 10^6}{39} = 8.34 \text{ مليون إلكترون فولت/ نيكلون}$$

$$\text{طر لكل نيكلون لنواة اليورانيوم} = \frac{r}{A} = \frac{17430.58 \times 10^6}{235} = 7.42 \text{ مليون إلكترون فولت/ نيكلون}$$

\* الطاقة اللازمة لفصل أحد النيوكلونات في ذرة البوتاسيوم أكبر من الطاقة اللازمة لفصل أحد النيوكلونات في ذرة اليورانيوم.

\* نواة البوتاسيوم أكثر استقراراً من نواة اليورانيوم على الرغم من ان طاقة الربط لنواة اليورانيوم أكبر.

\* كلما كانت طاقة الربط لكل نيوكلون أكبر كانت النواة أكثر استقراراً. استقرار النواة لا يعتمد على طاقة الربط النووية

**سؤال شتوية/ ٢٠١٩:** إذا كان الفرق في الكتلة بين مجموع مكونات نواة الكربون  $^{12}_6C$  و كتلة النواة يساوي

$$(0.096) \text{ و.ك.ذ.، إذا علمت ان } (K_p = 1.0073 \text{ و.ك.ذ.، } K_n = 1.0087 \text{ و.ك.ذ. احسبما يلي:}$$

أ. كتلة نواة الكربون  $^{12}_6C$ .

ب. الطاقة اللازمة لفصل بروتون واحد من هذه النواة.

$$\leftarrow \text{أ. } \Delta K = K_{\text{المكونات}} - K_{\text{النواة}}$$

$$0.096 = (1.0073 \times 6 + 1.0087 \times 6) - K_{\text{النواة}}$$

$$K_{\text{النواة}} = 12.096 - 0.096 = 12 \text{ و.ك.ذ.}$$

$$\leftarrow \text{ب. الطاقة اللازمة لفصل بروتون} = \text{طر لكل نيوكلون} = \frac{931.5 \times \Delta K}{A}$$

$$= \frac{931.5 \times 0.096}{12} = \text{طر لكل نيوكلون}$$

$$= 7.452 \text{ مليون ev}$$

$\frac{89.424}{12}$	$931.5$
$\frac{44.712}{6}$	$0.096 \times$
$\frac{7.452}{3}$	$5589$
	$83835+$
	$89.424$

**سؤال (صيفية/ ٢٠١١):** احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكلون في نواة الليثيوم  $^6_3Li$  (ك  $Li = 8.0026$  و.ك.ذ.)

الحل يكون على خطوتين:

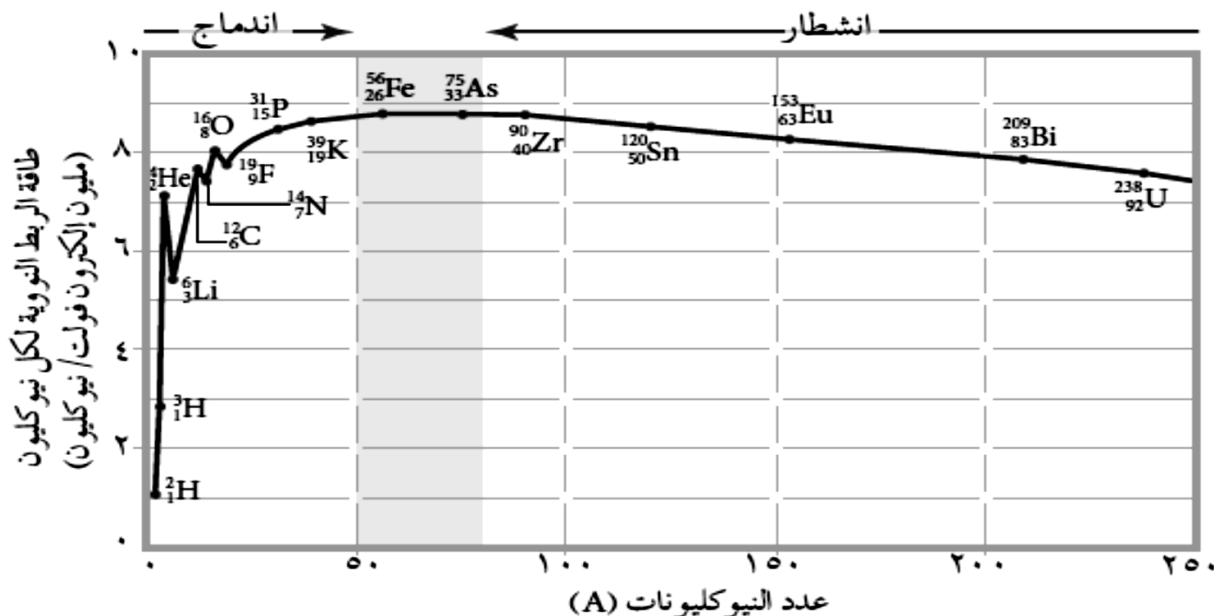
$$\text{أولاً: نحسب طاقة الربط النووية. } \Delta K \times 931.5$$

$$\text{طر} = 8.4982 \text{ مليون ev}$$

ثانياً: نقسم على العدد الكتلي  $A=8$  (عدد النيوكلونات).

$$\text{طر لكل نيوكلون} = 7.3122 \text{ مليون ev} / \text{ نيوكلون}$$

\* المنحنى التالي يبين العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون و العدد الكتلي:



تكررت  
الاسئلة  
التي  
تتعلق  
بالمحنى  
المجاور  
في اكثر  
من دورة.

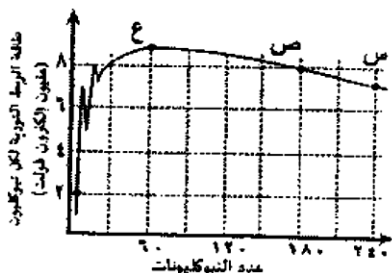
\* نلاحظ من المنحنى:

- ١- النواة المتوسطة هي الأكثر استقراراً ( $80 \geq A \geq 50$ )، و نواة ذرة الحديد تمتلك أكبر طاقة ربط لكل نيوكليون (٨.٨ مليون إلكترون فولت لكل نيوكليون) فهي الأكثر استقراراً.
- ٢- النوى الصغيرة ( $A < 50$ ) تمتلك طاقة ربط أقل لذلك فهي تسعى الى الاندماج و تكوين نوى أثقل لتصبح مستقرة و يصاحب ذلك تحرراً للطاقة.
- ٣- النوى الكبيرة ( $A > 80$ ) تسعى الى الانشطار و تحرر بذلك قدراً من الطاقة.

سؤال وزارى تكميلية ٢٠١٩:

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

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



← النواة (ع) هي الأكثر استقراراً لامتلاكها أكبر قدر من طاقة الربط النووية، و لان (عددها الكتلي ٦٠) و تقع ضمن النوى المتوسطة ( $8 \geq A \geq 50$ ).

و النواة (س) هي الأقل استقراراً لان عددها الكتلي ٢٤٠ أكبر من ٨٠، و لان طاقة الربط النووية لكل نيوكليون للنواة (س) أقل منها للنواة (ص).

الجواب هو (د) (ع، ص، س).

سؤال وزارى ٢٠١٩/تكميلي: تزيد نواة البولونيوم  $^{218}_{84}Po$  عن نواة الرصاص  $^{210}_{82}Pb$  بمقدار:

- (أ)  $(6 p, 8 n)$ . (ب)  $(2 p, 6 n)$ . (ج)  $(6 p, 2 n)$ . (د)  $(2 p, 8 n)$



← أولاً: عدد نيوكلونات البولونيوم  $^{218}_{84}Po$  تزيد بمقدار ٨ عن الرصاص  $^{210}_{82}Pb$  ( $٨=٢١٠-٢١٨$ )

ثانياً: عدد بروتونات البولونيوم  $^{218}_{84}Po$  تزيد بمقدار بروتونين عن الرصاص  $^{210}_{82}Pb$  ( $٢=٨٢-٨٤$ )

ثالثاً: طرح الفرق في عدد النيوترونات من الفرق في عدد البروتونات ( $٦=٢-٨$ ) فيكون الفرق في عدد النيوترونات ٦. (الجواب هو ب) ( $n$ ،  $p$ ،  $٦$ ).

### سؤال وزارى شتوية ٢٠١٤:

في الجدول المجاور طاقة الربط النووية لثلاث أنوية، اعتماداً على البيانات المبينة في الجدول، أجب عما يلي:

النواة	$^4_2X$	$^6_3Y$	$^9_4Z$
طاقة الربط بوحدة مليون eV	٢٨	٣٣	٥٨.٥

١. أي الأنوية أكثر استقراراً؟ ولماذا؟

٢. احسب كتلة النواة ( $^4_2X$ ).

← ١. أولاً نحسب طاقة الربط النووية لكل نيوكلون:

ملاحظة مهمة: استقرار النواة لا يعتمد على مقدار طاقة الربط و

انما يعتمد على طاقة الربط النووية لكل نيوكلون.

$$\text{ط} \text{ لكل نيوكلون لنواة } X = \frac{28}{4} = 7 \text{ مليون eV}$$

$$\text{ط} \text{ لكل نيوكلون لنواة } Y = \frac{33}{6} = 5.5 \text{ مليون eV}$$

إذا نواة  $^4_2X$  هي الأكثر استقراراً، لأنها تمتلك أكبر قدر من طاقة الربط النووية لكل نيوكلون، لفصل نيوكلون واحد نحتاج لطاقة مقدارها ٧ eV M.

← ٢. يمكننا حساب كتلة النواة من العلاقة: ط = (ك المكونات - ك النواة)  $931.5$

$$28 = (1.0073 \times 2 + 1.0087 \times 2 - \text{ك النواة}) \times 931.5$$

$$\text{ك النواة} = \frac{28}{931.5} + 4.032$$

بعد اجراء الحسابات نحصل على ان : ك النواة =  $4.0194$  و.ك.ذ

سؤال ٢٠١٨ / صيفية: تختلف نواة نظير الراديوم  $^{226}Ra$  عن نواة نظير الراديوم  $^{228}Ra$  في:

(أ) العدد الذري. (ب) عدد البروتونات. (ج) عدد النيوترونات. (د) عدد الالكترونات.

← الجواب هو عدد النيوترونات نستنتج ذلك من الاختلاف في العدد الكتلي، و لان النظائر تتساوى في العدد الذري و تختلف في العدد الكتلي.

سؤال ٢٠١٨ / شتوية: أحد الرموز الآتية يعد نظيراً للعنصر ( $^{234}_{92}X$ ):

(أ)  $^{234}_{90}A$ . (ب)  $^{230}_{92}B$ . (ج)  $^{192}_{90}C$ . (د)  $^{192}_{91}D$ . (X و B لهما نفس العدد الذري)

## أسئلة الكتاب ص ٢٤٨:

١- احسب الطاقة الناتجة من تحويل ( $1 \times 10^{-3}$ ) كغ من المادة الى طاقة بوحدة الجول، ثم المليون إلكترون فولت.

$$\leftarrow \text{ط} = \text{ك} \times \text{س}^2 \quad \text{ط} = (1 \times 10^{-3}) \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{13} \text{ جول}$$

$$\text{ط} = \frac{9 \times 10^{13}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5.6 \times 10^{32} \text{ مليون الكترون فولت.}$$

٢- رتّب تصاعدياً نوى العناصر الآتية: ( ${}_{92}^{238}\text{U}$ ،  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ ،  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ )، وفق طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

$$\leftarrow U_{92}^{238} > Pb_{82}^{208} > Fe_{26}^{56}$$

٣- تكون كتلة النواة دائماً أقل من مجموع كتل مكوناتها، فسّر ذلك.

$\leftarrow$  وفقاً لمعادلة أينشتاين (تكافؤ الطاقة الكتلة) فان الفرق في الكتلة يتحول الى طاقة تساوي مقدار الطاقة الخارجية اللازمة لفصل مكونات الذرة.

٤- (س، ص) نواتان ثقيلتان لهما العدد الكتلي نفسه، اذا علمت ان النواة (س) تمتلك طاقة ربط نووية أكبر من النواة (ص) فأبي النواتين أكثر استقراراً؟ فسّر اجابتك.

$\leftarrow$  استقرار الذرة يعتمد على عاملين: العدد الكتلي، و طاقة الربط لكل نيوكليون (طاقة الربط لكل نيوكليون تزداد بزيادة طاقة الربط النووية، و تقل بزيادة العدد الكتلي).

العدد الكتلي متساوي للنواتين، بينما طاقة الربط لنواة (س) أكبر من النواة (ص) لذلك فنواة (س) أكثر استقراراً.

## رابعاً النشاط الاشعاعي:

\* العناصر التي عددها الذري يساوي ٨٣ أو أكثر عناصر غير مستقرة.  
\* لكي تُصبح مستقرة تتخلص النواة من جزء من طاقتها على شكل انبعاث إشعاعات او جسيمات و يسمى ذلك اضمحلال، لتنتج نواة أكثر استقراراً.

\* **النشاط الاشعاعي: عملية انبعاث تلقائي للاشعاع من النوى غير المُستقرة.**

\* مبادئ حفظ الكميات الفيزيائية أثناء الاضمحلال :

١. حفظ العدد الذري.

٢. حفظ العدد الكتلي.

٣. حفظ الزخم الخطي.

٤. حفظ (الطاقة-الكتلة).

\* انواع الاشعاع المنبعث من نوى العناصر: ١- ألفا  $\alpha$ . ٢- بيتا  $\beta$ . ٣- غاما  $\gamma$ .

اضمحلال ألفا  $\alpha$  (  $\alpha =$  نواة ذرة هيليوم )

\* هي دقائق موجبة تتكون من بروتونين و نيوترونين ( $He_2^4$ )  $\alpha =$  نواة ذرة هيليوم.

\* لها قدرة عالية على تأيين ذرات المادة التي تصطدم بها لأنها تمتلك شحنة كهربائية، وكتلتها الكبيرة تمكنها من التصادم.

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

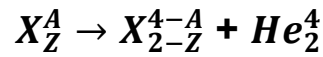
(أ) كبر كتلتها، وكبر شحنتها (ب) كبر كتلتها، وصغر شحنتها (ج) صغر كتلتها، وكبر شحنتها (د) صغر كتلتها، وصغر شحنتها

تكميلية ٢٠١٩

جسيمات الفا لا تستطيع النفاذ عبر ورقة وذلك لان قدرتها على التأيين عالية حيث تصطدم بجزيئات المادة و تستهلك طاقتها في التأيين دون ان تنفذ.

\* بسبب كبر كتلتها و امتلاكها شحنة كهربائية فإن قدرتها على النفاذ ضعيفة.

\* العنصر الذي يشع ألفا يخسر بروتونين و نيوترونين (A - ٤ ، Z - ٢).



حيث:  $X_Z^A$ : النواة الأم.  $X_{Z-2}^{A-4}$ : النواة المُثارة.

\* يُصاحب الانبعاث فرق في الكتلة يظهر على شكل طاقة حركية للنواتج.

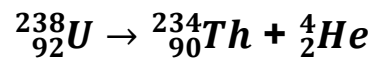
مجموع الاعداد الكُتلية للنواتج = العدد الكتلي للنواة الأم

مجموع الاعداد الذرية للنواتج = العدد الذري للنواة الأم

مجموع الكتل و الطاقة للنواتج = مجموع الكتل و الطاقة للنواة الام.

مجموع الزخم الخطي للنواتج = مجموع الزخم الخطي للنواة الام .

مثال: اضمحلال نواة اليورانيوم ( ${}_{92}^{238}U$ ) لانتاج نواة الثوريوم ( ${}_{90}^{234}Th$ ):



العدد الكتلي A لنواة اليورانيوم ( ${}_{92}^{238}U$ ) = ٢٣٨ = ٢٣٤ + ٤

العدد الذري Z لنواة اليورانيوم ( ${}_{92}^{238}U$ ) = ٩٢ = ٩٠ + ٢

اضمحلال بيتا: إلكترون  ${}_{-1}^0e$  أو بوزيترون  ${}_{+1}^0e$  (  $\beta^-$  ،  $\beta^+$  )

\* هي إلكترونات سالبة الشحنة أو بوزيترونات موجبة، تنتقل بسرعة عالية جداً بسبب صغر كتلتها.

\* قدرتها على التأيين قليلة بسبب صغر شحنتها، و قدرتها على النفاذ عالية جداً بسبب صغر كتلتها.

\* تنتج جسيمات بيتا السالبة عن تحلل النيوترون الى بروتون و إلكترون.

\* بعض الجسيمات المشعة تطلق جسيمات لها خصائص الإلكترون و شحنتها موجبة أطلق عليها بوزيترونات  ${}_{+1}^0e$  و

تسمى بيتا الموجبة  $\beta^+$  و تنتج عن تحلل أحد بروتونات النواة الى نيوترون و بوزيترون.

س: علل. في اضمحلال بيتا يخرج الالكترن (او البوزيترون) الناتج عن تحلل النيوترون (او البروتون)، خارج النواة بينما يبقى البروتون (او النيوترون) في النواة؟

\* وفقاً لنظرية دي بور فان الطول الموجي المصاحب للإلكترون (أو البوزيترون) كبير مقارنةً بأبعاد النواة فتبعته النواة خارجها، أما البروتون (أو النيوترون) فيبقى داخل النواة لكبر كتلته.

\* لتحقيق مبدأ حفظ (الطاقة - الكتلة) افترض باولي انبعاث النيوتريينو  $\nu$  (و هو جسيم صغير مهمل الكتلة و غير

مشحون) يُصاحب انبعاث البوزيترون:  ${}^1_0n \rightarrow {}^1_0e + \nu$  أو  ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-1}_{Z-1}Y + {}^0_+1e + \nu$

\* أما انبعاث الإلكترون فيصاحبه انبعاث جسيم صغير آخر و غير مشحون يُسمى ضدنيوتريينو  $\bar{\nu}$  :

${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-1}_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$  أو  ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$

\* عند انبعاث  $\beta^-$  يضمحل النيوترون ( ${}^1_0n$ ) الى بروتون ( ${}^1_1p$ ) فيزداد العدد الذري بمقدار واحد و يبقى العدد الكتلي

ثابتاً:  ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$

مثال:  ${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$  (نرمز للعنصر الغير معروف برمز Y او X)

\* عند انبعاث  $\beta^+$  (بوزيترون) يضمحل البروتون ليصبح نيوتروناً، و يقل العدد الذري بمقدار يساوي عدد

البوزيترونات (جسيمات بيتا الموجبة) المنبعثة:  ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + \nu$

مثال:  ${}^{64}_{29}Cu \rightarrow {}^{64}_{27}Co + 2 {}^0_{+1}e + 2\nu$

سؤال ٢٠١٦ / شتوية: أكمل المعادلتين النوويتين الآتيتين:

١ )  ${}^{14}_7N + \dots + \bar{\nu} \rightarrow \dots$

٢ )  ${}^1_1p \rightarrow \dots + \dots + \nu$

← (١)  ${}^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}$  نستنتج ذلك من وجود ضدنيوتريينو ( $\bar{\nu}$ ) كما ان  ${}^{14}_6C$  من نظائر الكربون.

← (٢)  ${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e + \nu$  نستنتج ذلك من وجود النيوتريينو ( $\nu$ ).

سؤال ٢٠١٣ / شتوية: في المعادلة النووية، الرمز (X) يمثل:

${}^{56}_{27}Co \rightarrow {}^{56}_{26}Fe + X + \nu$

أ) الكترون. ب) نيوترون. ج) بروتون. د) بوزيترون.

← الجواب: د) بوزيترون، لسببين: ١- العدد الذري قل. ٢- انبعاث النيوتريينو  $\nu$  المصاحب للبوزيترون.

سؤال ٢٠١٩ / تكميلي: المعادلة النووية الآتية تمثل اضمحلال نواة الثوريوم. أجب عما يأتي:

${}^{232}_{90}Th \rightarrow {}^A_ZX + 6Y + 4W + 4\bar{\nu}$

أ) ماذا يمثل كل من الرمز (Y) و (W)؟ ← الرمز (Y) يمثل جسيمات ألفا ( ${}^4_2He$ )، و الرمز (W) يمثل جسيمات بيتا السالبة ( $\beta^-$ ).

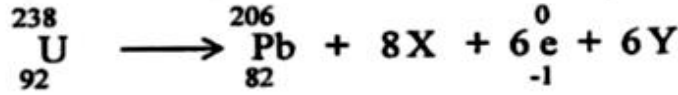
ب) احسب العدد الذري للنواة (X) الناتجة.

← بتطبيق مبدأ حفظ العدد الذري نجد ان  $Z = 232 - 2 \times 6 - 4 \times 1 = 224 = 224 - 4 + 12 = 224$

أ ( معتمداً على المعادلة النووية الآتية، أجب عما يأتي:

علا ١٢)

سؤال ٢٠١٨ / صيفية:



١- ما اسم سلسلة الاضمحلال الإشعاعي التي تمثلها المعادلة؟

٢- ماذا يمثل كل من (X) و (Y) ؟

٣- انكر مبادئ حفظ الكميات الفيزيائية التي يحققها التفاعل النووي.

٤- احسب طاقة الربط النووية لنواة  ${}_{92}^{238}\text{U}$

علماً بأن (ك) = ١,٠٠٨٧ و.ك. ذ ، (ك) = ١,٠٠٧٣ و.ك. ذ ،  ${}_{92}^{238}\text{U}$  = ٢٣٨,١٣١ و.ك. ذ (

١- اضمحلال اليورانيوم. (علامة) (سندرسه لاحقاً).

٢- الرمز (X) يمثل جسيمات  $\alpha$  (He). بينما الرمز (Y) يمثل: ضديد النيوتريونو ( $\bar{\nu}$ ). (علامتين)

٣- ١. مبدأ حفظ العدد الذري. ٢. مبدأ حفظ العدد الكتلي.

٣. مبدأ حفظ الطاقة (الطاقة-الكتلة). ٤. مبدأ حفظ الزخم الخطي. (٤ علامات)

٤-  $\Delta K = (\text{ك مكونات النواة} - \text{ك النواة})$  (علامة)

$$\Delta K = (1.0078 \times N + 1.0073 \times Z) - 238.131 \text{ (علامة)}$$

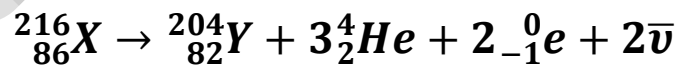
$$\Delta K = (1.0078 \times 146 + 1.0073 \times 92) - 238.131 \text{ (علامة)}$$

$$= (146 \times 1.0078 + 92 \times 1.0073) - 238.131 = 1.6794 \text{ و.ك. ذ}$$

$$\text{طر} = \Delta K \times 931.5 \text{ (علامة)}$$

$$\text{طر} = 1.6794 \times 931.5 = 1546.3584 \text{ مليون ev. (علامة)}$$

بعض المعادلات النووية الموزونة تشمل انبعاث جسيمات ألفا و بيتا معاً كما في هذه المعادلة:



في هذه الحالة لحساب عدد جسيمات الفا (He) نستخدم المعادلة:

$$\text{عدد جسيمات ألفا} = \frac{\text{العدد الكتلي للنواة الغير مستقرة} - \text{العدد الكتلي للنواة الناتجة}}{4}$$

$$\text{في المعادلة السابقة نجد ان عدد جسيمات الفا} = \frac{216 - 204}{4} = 3$$

عدد جسيمات بيتا السالبة = العدد الذري للنواة الناتجة + ٢ × عدد  $\alpha$  - العدد الكتلي للنواة الغير مستقرة

عدد جسيمات بيتا الموجبة = العدد الكتلي للنواة الغير مستقرة - العدد الذري للنواة الناتجة -  $2 \times \alpha$  عدد  $\alpha$

في المعادلة السابقة نجد ان عدد جسيمات بيتا السالبة =  $82 + 86 - 3 \times 2 = 88 - 86 = 2$

سؤال ٢٠١٣/الصيفية

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

(أ) ٢ ألفا، ٢ بيتا. (ب) ٢ ألفا، ٤ بيتا. (ج) ١ ألفا، ٢ بيتا. (د) ١ ألفا، ١ بيتا.

← عدد جسيمات ألفا =  $\frac{1}{2} = 2$ . بيتا =  $2 \times 2 = 4$  العدد الذري ثابت. الجواب هو ٢ ألفا، ٤ بيتا.

اضمحلال غاما: (  $\gamma$  )

- \* هي أشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) ليس لها كتلة و ذات طاقة عالية جداً.
- \* قدرتها على النفاذ عالية لأن ليس لها كتلة، و بسبب عدم امتلاكها شحنة فإن قدرتها على التأيين منخفضة.
- \* عند انبعاث  $\alpha$  أو  $\beta$  من النواة تبقى مكونات النواة مثارة لامتلاكها طاقة زائدة عن الوضع الطبيعي لها و لكي تستقر تبعث جسيمات (  $\gamma$  ) غاما دون أي تغيير في العدد الذري أو العدد الكتلي للنواة:  $\frac{A}{Z}X^* \rightarrow \frac{A}{Z}X + \gamma$  \* نواة مثارة

سؤال وزاري ٢٠١٥/صيفية :

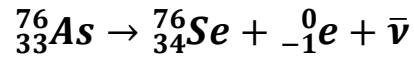
(أ) عندما تبعث نواة غير مستقرة جسيم ألفا أو بيتا يصاحب ذلك أحياناً انبعاث أشعة غاما. فسّر ذلك.

← لان النواة الناتجة عن الاضمحلال تكون غير مستقرة بسبب امتلاكها طاقة زائدة و لكي تستقر تبعث (تتبعث) الطاقة الزائدة لديها على شكل أشعة غاما  $\gamma$ .

(ج) اكتب معادلة تحلل النيوترون.  $1_0n \rightarrow 1_1p + -1_0e + \bar{\nu}$

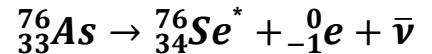
مثال: تمضحل نواة الزرنوخ ( $^{76}_{33}\text{As}$ ) بطريقتين:

الطريقة الاولى: تبعث نواة الزرنوخ دقيقة بيتا سالبة طاقتها ٢.٩٧ مليون إلكترون فولت و تنتج نواة سيليونيوم مستقرة.



الطريقة الثانية:

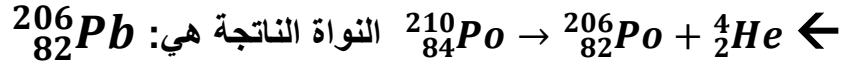
أما في هذه الحالة ينبعث جسيم بيتا سالب طاقتها ٢.٩٧ مليون إلكترون فولت و نواة سيليونيوم مثارة.



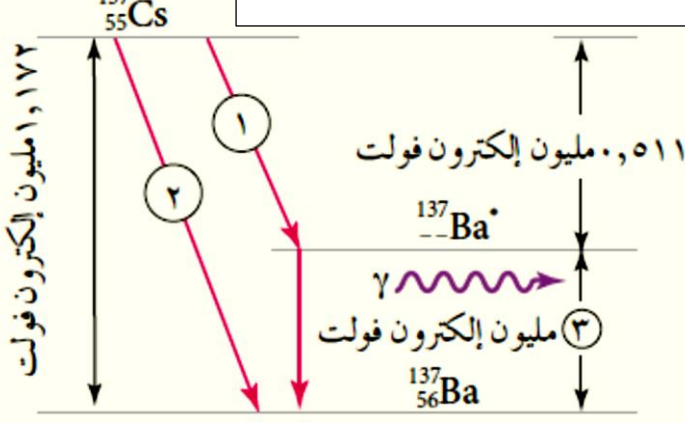
ثم ينبعث من نواة السيليونيوم المثارة  $^{76}_{34}\text{Se}^*$  جسيم غاما  $\gamma$  على شكل فوتون طاقتة ٠.٥٦ مليون إلكترون فولت كما



١- أي النوى الآتية تنتج عندما تضمحل نواة البولونيوم  $^{210}_{84}Po$  باعثة دقائق ألفا ( $^{210}_{84}Pb, ^{208}_{82}Pb, ^{206}_{82}Pb$ ).



(سؤال وزاري ٢٠١٦ / صيفية)



٢- يمثل الشكل المجاور نموذج اضمحلال نواة

السيزيوم ( $^{137}_{55}Cs$ ) بعد دراست الشكل أجب عما يلي:  
 (أ) ما نوع الاشعاعات المنبعثة و المشار إليها بالرقم (١) و الرقم (٢).

← الاشعاع رقم (١): دقيقة بيتا سالب  $^-_1e$ .

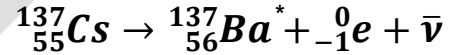
← الاشعاع رقم (٢): دقيقة بيتا سالب  $^-_1e$ .

(ب) احسب طاقة الفوتون المشار اليه بالرقم (٣).

$$\leftarrow \text{الطاقة} = 1.172 - 0.511$$

$$= 0.661 \text{ مليون إلكترون فولت.}$$

(ج) اكتب معادلة موزونة تمثل اضمحلال نواة السيزيوم  $^{137}_{55}Cs$  الى نواة الباريوم المثارة  $Ba^*$ .



(د) فسّر انبعاث اشعة غاما في الطريقة الثانية.

← لكي تصل نواة الباريوم  $^{137}_{56}Ba^*$  الى حالة الاستقرار من خلال التخلص من الطاقة الزائدة.

٣- فسر العبارة الآتية:

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

← تنبعث هذه الدقائق عند تحلل مكونات النواة فعند تحلل النيوترون المتعادل الشحنة ينتج عن تحلله بروتون

موجب بالإضافة الى إلكترون سالب الشحنة ( $^-_1e$ ):  $^1_0n \rightarrow ^1_1p + ^0_{-1}e + \bar{\nu}$  و لأن الإلكترون صغير الكتلة

فإن طوله الموجي سيكون كبير جداً (وفقاً لنظرية دي بروي) مقارنة بأبعاد النواة فتبعثه النواة خارجها بينما يبقى

البروتون ذو الكتلة الكبيرة داخل النواة.

بينما عند تحلل بروتون موجب ينتج عن تحلله نيوترون بالإضافة الى بوزيترون موجب الشحنة ( $^0_{+1}e$ ):

$^1_1p \rightarrow ^1_0n + ^0_{+1}e + \nu$  و لأن الطول الموجي للبروتون أكبر من أبعاد النواة و كتلته صغيرة جداً سيخرج

خارجها و يبقى النيوترون داخل النواة.

## خامساً الاشعاع النووي الطبيعي:

\* سلاسل الاضمحلال الاشعاعي الطبيعي: هي مجموعة التحولات المتتالية التلقائية التي تبدأ بنواة

نظير مشع لعنصر ثقيل، و تنتهي بنواة نظير

مستقر لعنصر آخر.

\* من أشهر سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي:

١. سلسلة اليورانيوم تبدأ بنظير اليورانيوم  $^{238}_{92}U$ .

٢. سلسلة الأكتينيوم تبدأ بنظير اليورانيوم  $^{235}_{92}U$ .

٣. سلسلة الثوريوم تبدأ بنظير اليورانيوم  $^{232}_{90}Th$ .

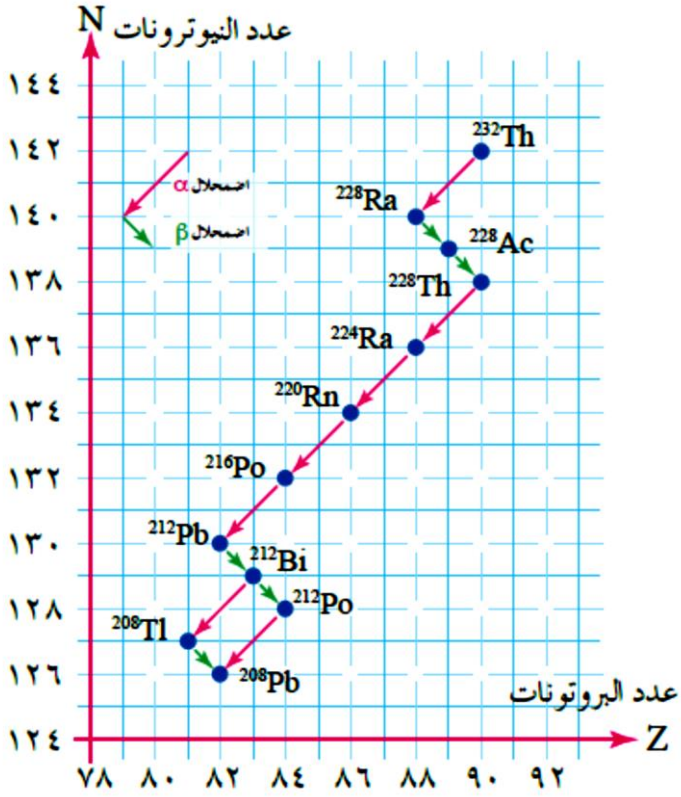
\* و تسمى السلسلة باسم العنصر الأطول عمراً فيها.

\* و تنتهي جميعها بأحد نظائر الرصاص المستقر.

\* مثال على سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي

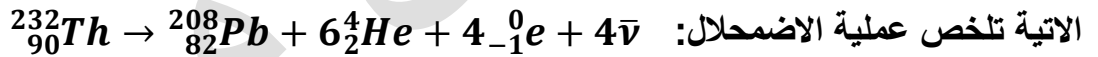
اضمحلال نواة الثوريوم الموضح الشكل المجاور،

تضمحل نواة الثوريوم  $^{232}_{90}Th$  الى راديوم Ra مع



انبعاث جسيم ألفا، ثم تضمحل نواة Ra الى نواة أكتينيوم Ac مع انبعاث جسيم بيتا السالبة  $\beta^-$  التي تضمحل

الى نظير الثوريوم  $^{282}_{90}Th$  وتواجه النواة أكثر من اضمحلال ينتهي بنظير الرصاص المستقر  $^{206}_{82}Pb$ ، والمعادلة



\* عدد جسيمات الفا يساوي عدد الاسهم الحمراء (الاسهم المتوازية مكررة لا تحسب مرتين)

مثال: في الرسم اعلاه عدد جسيمات الفا يساوي ٦.

و عدد جسيمات بيتا يساوي عدد الاسهم الخضراء، في الرسم نجد ان عدد جسيمات بيتا = ٤

\* و لا بد من مراعات حفظ العدد الذري و الكتلي:

$$\text{العدد الكتلي: } A = \text{للنواة الام} + \text{للنواة الناتجة} + \alpha \text{ عدد} \times 4 + \beta \text{ عدد} \times 0 = 232$$

$$\text{العدد الذري: } Z = \text{للنواة الام} + \text{للنواة الناتجة} + \alpha \text{ عدد} \times 2 + \text{شحنة الجسيم} \times \beta \text{ عدد} = 90$$

مثال ١: تضمحل نواة اليورانيوم  $^{238}_{92}U$  وفق المعادلة النووية:  $^{238}_{92}U \rightarrow \frac{A}{Z}X + 6^4_2He + 3^0_{-1}e + 3\bar{\nu}$

حدد العدد الكتلي (A)، و العدد الذري (Z).



← من خلال مبدأ حفظ العدد الكتلي:  $238 = 235 - 4 \times 6 - 2 \times 3 = A$

مبدأ حفظ العدد الذري:  $83 = 82 - 2 \times 6 - 1 \times 3 = Z$

نجد ان رمز العنصر هو:  ${}_{83}^{214}X$  و هو نظير عنصر البزموت  ${}_{83}^{214}Bi$  (في الامتحان عادة لا يطلب تحديد اسم العنصر).

مثال ٢: تمر نواة البروتكتينيوم  ${}_{91}^{234}Pa$  في احدى سلاسل الاشعاعي الطبيعي بسلسلة اضمحلات اشعاعية لتنتج

نواة الرصاص  ${}_{82}^{210}Pb$ ، كما في المعادلة التالية:  ${}_{91}^{234}Pa \rightarrow {}_{82}^{210}Pb + {}_2^4He + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}$

احسب قيمة كل من س(عدد دقائق ألفا)، و ص(عدد دقائق بيتا السالبة).

← نطبق مبدأ حفظ العدد الكتلي:  $234 = 210 + 4 \times 6 + 0 \times 3 = 234$  و منه س =  $\frac{234 - 210}{4} = 6$

نطبق مبدأ حفظ العدد الذري:  $91 = 82 + 6 \times 2 + 1 \times 3 = 91$  و منه ص =  $91 - 94 = -3$

و منه ص =  $91 - 94 = -3$

عدد دقائق ألفا = 6، عدد دقائق بيتا السالبة = 3

و تصبح معادلة الاضمحلال بهذا الشكل:  ${}_{91}^{234}Pa \rightarrow {}_{82}^{210}Pb + 6{}_2^4He + 3{}_{-1}^0e + 3\bar{\nu}$

### سؤال ٢٠١٧ / شتوية:

يبين الشكل المجاور جزء من سلسلة اضمحلال اليورانيوم (٢٣٨).

معتدماً على الشكل و بياناته أجب عما يلي:

١- مثل اضمحلال (Bi) الى (Po) بمعادلة نووية موزونة.

٢- ما عدد جسيمات ألفا و عدد جسيمات بيتا المنبعثة من

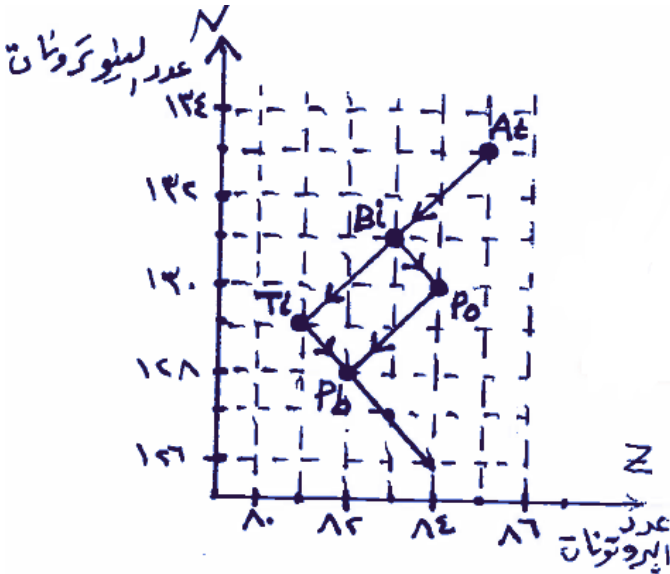
اضمحلال (At) الى (Pb)؟

١-  ${}_{83}^{214}Bi \rightarrow {}_{84}^{214}Po + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}$

٢- من الشكل نجد ان عدد جسيمات ألفا = ٢ (سهمين نحو اليسار)

و عدد جسيمات بيتا = ١ (سهم نحو اليمين)

او: عدد جسيمات ألفا =  $\frac{210 - 218}{4} = 2$  عدد جسيمات بيتا =  $85 - 2 \times 2 + 82 = 1$



١- وضح المقصود بسلسلة الاضمحلال الاشعاعي التلقائي.  
سلاسل الاضمحلال الاشعاعي الطبيعي: هي مجموعة التحولات المتتالية التلقائية التي تبدأ بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل، و تنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر.

٢- معتمداً على الشكل الذي يبين سلسلة

اضمحلال طبيعي اشعاعي، أجب على ما يلي:

(أ) ما اسم هذه السلسلة.

(ب) أي نظائر الرصاص الأتية مستقر

( $^{206}_{82}\text{Pb}$ ،  $^{210}_{82}\text{Pb}$ ،  $^{214}_{82}\text{Pb}$ )؟ و لماذا؟

(ج) كم عدد كل من دقائق ألفا و دقائق بيتا سالبة

المنبعثة من اضمحلال نواة اليورانيوم  $^{238}_{92}\text{U}$  الى

نواة البولونيوم  $^{218}_{84}\text{Po}$ ؟

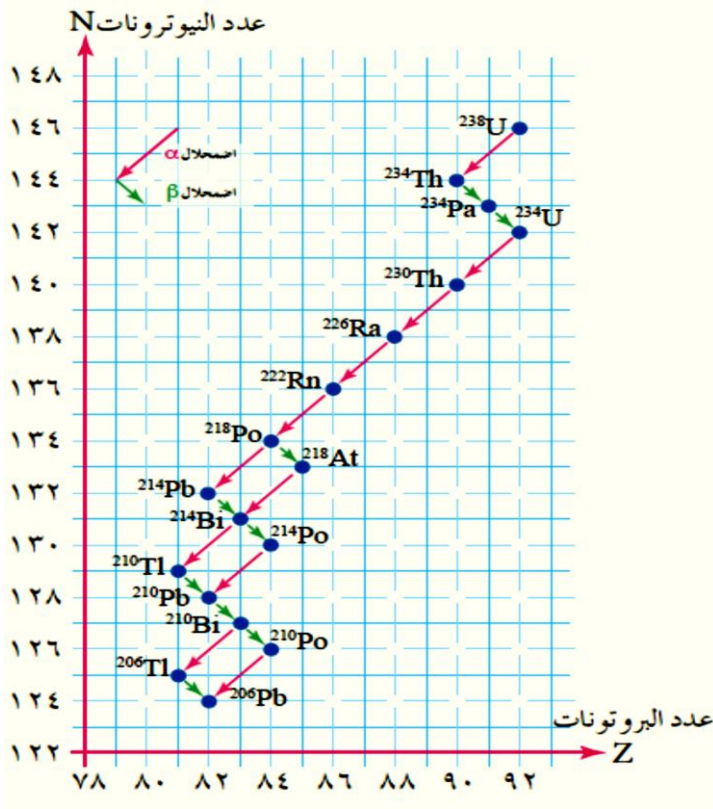
(د) اكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن

الاضمحلال المذكورة في الفرع السابق؟

(هـ) ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة من

سلسلة تحولات تبدأ بنواة الراديوم  $^{226}_{88}\text{Ra}$  تنبعث

فيها (٥) دقائق ألفا و (٣) دقائق بيتا سالبة.



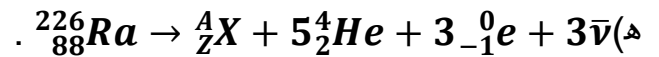
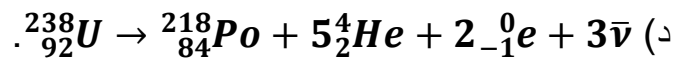
← (أ) السلسلة بدأت بـ  $^{238}_{92}\text{U}$  لذلك تسمى سلسلة اليورانيوم ( لو بدأت بـ  $^{235}_{92}\text{U}$  تسمى سلسلة الاكتينيوم)

(ب)  $^{206}_{82}\text{Pb}$  ، لان السلسلة انتهت به.

$$(ج) عدد دقائق \alpha = \frac{238 - 218}{4} = \frac{20}{4} = 5$$

$$\text{عدد دقائق } \beta = -1 \times (92 - 84 - 5 \times 4) = -1 \times (92 - 84 - 20) = -1 \times (-12) = 12$$

أو يمكن معرفة الجواب مباشرة من الشكل عن طريق العد.



$$\text{العدد الكتلي} = 226 = 4 \times 5 + 206 \quad \text{العدد الذري} = 88 = 3 + 2 \times 5 + 81$$

و بالعودة الى السلسلة نجد ان نواة العنصر الناتج :  $^{206}_{81}\text{Tl}$ .

## سادساً الاشعاع النووي الصناعي:

التفاعل النووي: هي عملية يتم فيها احداث تغيير في مكونات نواة ما.

س: كيف يتم احداث تفاعل نووي صناعي و انتاج النظائر المشعة؟

١. يتم تسريع جسيم (قذيفة) خلال مسارع نووي بحيث تكسب القذيفة طاقة كافية تمكنها من إختراق النواة، و احداث تحولات نووية كما في المعادلة الآتية:  $a + x \rightarrow (C.N)^* \rightarrow y + b$  حيث،  $a$ : القذيفة.  $x$ : النواة الهدف  $(C.N)^*$ : النواة المركبة.  $y$ : النواة الناتجة.  $b$ : الجسيم الناتج.

النواة المركبة: هي النواة المثارة الناتجة في التفاعل النووي و تعد حالة انتقالية مؤقتة تتحول سريعاً في التفاعل النووي.

٢. تمتص النواة الهدف القذيفة فتصبح في حالة عدم استقرار بسبب امتصاصها طاقة عالية جداً و تتشكل نواة مركبة  $(C.N)^*$  يشار اليها بإشارة النجمة (\*) لتمييز انها في حاة اثارة.

٣. تضمحل النواة المركبة في وقت قصير جداً (حالة انتقالية).

٤. الاشعاع النووي الصادر يسمى اشعاعاً نووياً صناعياً.

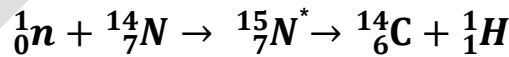
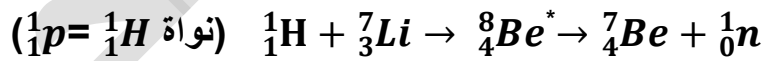
\*الشعاع النووي الصناعي: هو الشعاع الناتج عن النواة المركبة اثناء اضمحلالها.

\* من الأمثلة على القذائف: ١- البروتون  ${}^1_1H$ . ٢- ألفا  ${}^4_2He$ . ٣- الديتيريوم  ${}^2_1H$  ٤- النيوترون  ${}^1_0n$ .

سؤال وزاري ٢٠١٩ / شتوية: واحدة من الآتية تُعد من أفضل القذائف في التفاعلات النووية:

(أ)  ${}^1_0n$ . (ب)  ${}^1_1H$ . (ج)  ${}^2_1H$ . (د)  ${}^4_2He$ .  
\* و يعد النيوترون الافضل لانه لا يمتلك شحنة كهربائية وبالتالي عند قذف في النواة فانه لن يتفاعل مع مكوناتها بالتجاذب او التنافر.

\* أمثلة على تفاعلات نووية تنتج إشعاعات نووية صناعية:



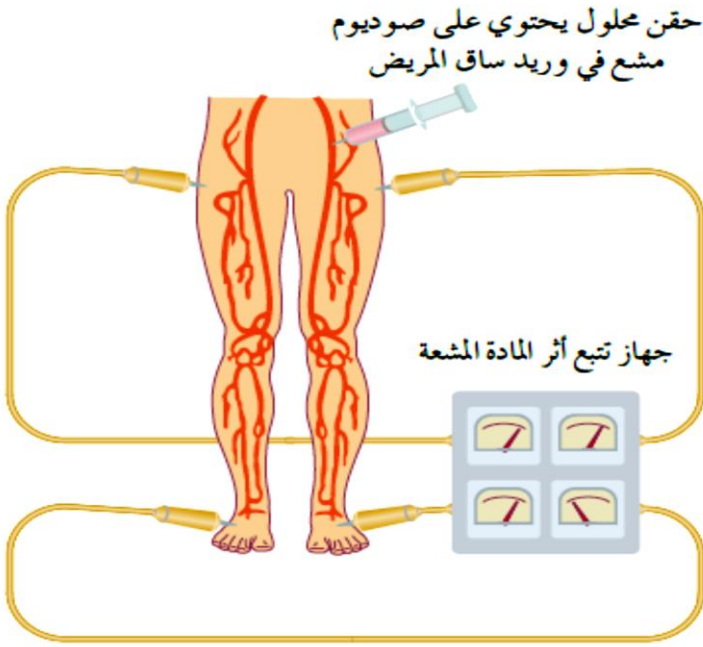
\* أهمية التفاعلات النووية الصناعية و استخداماتها:

١. إمكانية تحويل عنصر معين الى عنصر آخر.
٢. إنتاج النظائر المشعة.
٣. الحصول على جسيمات أو أشعة ذات طاقة عالية.

\* إستخدامتُه في المجالات الطبية:

### ١. التَعَقُّبُ:

أي الكشف عن وجود الانسدادات في الأوعية الدموية أو غيابها من خلال حقن المريض بمحلول يحتوي الصوديوم المشع في وريد الساق، و من خلال أجهزة خاصة خاصة يقتفي الطبيب أثر المادة المشعة و يحدد مكان الانسداد إن وُجِدَ، و يعرف مدى نشاط الدورة الدموية.



### ٢. العلاج بالإشعاع :

قتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة من خلال توجيه حزمة ضيقة عالية التركيز من أشعة غاما ( $\gamma$ ) نحو النسيج السرطاني مثل أشعة غاما المنبعثة من نظير الكوبالت  $^{60}Co$ ، أو الأشعة السينية أو البروتونات أو النيوترونات باستخدام جهاز خاص.

\* لتفادي أضرار و مخاطر الأشعة النووية، و للتقليل من الضرر الناجم عن إستخدام الإشعاع يجب تحديد:

١. نوع الإشعاع طاقته .
٢. العضو المعرض له (جلد، عظم، الكبد...).
٣. زمن التعرض له.
٤. مدى قُرب الإشعاع من الجسم.

### \* مضار الإشعاع:

١. تناول طعام ملوث بالإشعاع: تعمل جسيمات ألفا ( $\alpha$ ) على تأيين الجسم من الداخل مما يؤدي الى حدوث تفاعلات كيميائية تؤدي الى (أ) إتلاف خلايا الجسم و أنسجته. (ب) تحويل الأنسجة السليمة الى سرطانية. (ج) حدوث طفرات و تغيرات في المادة الوراثية تؤدي الى ولادة أطفال مشوهين.
٢. إذا كان مصدر الإشعاع من خارج الجسم: في هذه الحالة تُشكل أشعة غاما ( $\gamma$ ) الخطر الأكبر بسبب قُدرتها العالية على النفاذ ( ليس لها كتلة).

### أسئلة الدرس ٢٦٠ ص:

١- وضح المصود بالتفاعل النووي.

← التفاعل النووي: هي عملية يتم فيها احداث تغيير في مكونات نواة ما.

٢- ما التغيرات التي تطرأ على النواة الهدف عند التحامها بقذيفة في أي تفاعل نووي.

← تمتص القذبة لتتحول الى نواة مركبة و تصبح مثارة و تضمحل خلال فترة قصيرة جداً.

٣- حدد مع بيان السبب الأشعة النووية الأكثر خطورة على الانسان عند التعرض لها:  
(أ) من مصدر خارج جسم الانسان.

← اشعة غاما (γ) هي الأكثر خطورة لقدرتها العالية على الاختراق.

(ب) من مصدر داخل جسم الانسان.

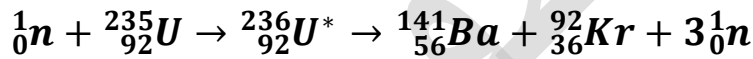
← اشعة ألفا هي الأكثر خطورة بسبب قدرتها العالية على التأيين.

## سابعاً: تطبيقات على التفاعلات النووية:

(١) الانشطار النووي: يعد من أهم التفاعلات الصناعية.

الانشطار النووي: هو تفاعل نووي يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة، عند قذفها بنيوترون، إلى نواتين متوسطتي الكتلة، و يصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول الى طاقة.

عند قذف نواة اليورانيوم  $^{235}_{92}\text{U}$  بنيوترون بطيء تصبح في حالة إثارة لفترة قصيرة تنقسم بعدها إلى نواتين مختلفتين بالإضافة إلى نيوترونين أو ثلاثة سريعة مع كمية هائلة من الطاقة.



**أهميته:** ينتج عن هذا التفاعل كمية كبيرة جداً من الطاقة.

**انشطار ١ كغ** من اليورانيوم ينتج  $1.0 \times 10^8 \times 3.2$  مليون إلكترون فولت تكفي لتشغيل مصباح قدرته ١٠٠ واط مدة ٣٠٠٠٠ سنة تقريباً.

النيوترونات الناتجة عن الانشطار النووي تُستخدم في قذف نوى يورانيوم جديدة.

**التفاعل النووي المتسلسل:** هو تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم ( $^{235}_{92}\text{U}$ ) نتيجة قذفها بنيوترونات

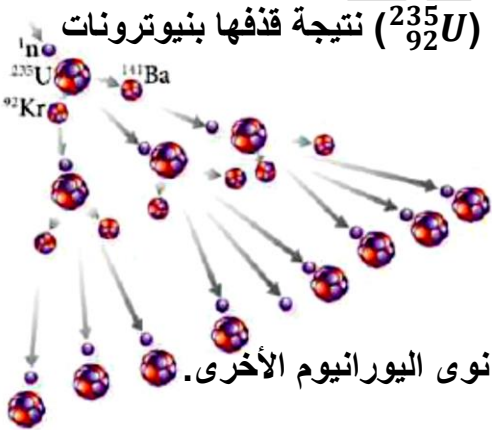
تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقاً.

**شروط التفاعل النووي المتسلسل:**

١. قذف نواة اليورانيوم الأولى بنيوترون بطيء.

٢. إبطاء سرعة النيوترونات الناتجة عن كل إنشطار حتى تتمكن من شطر نوى اليورانيوم الأخرى.

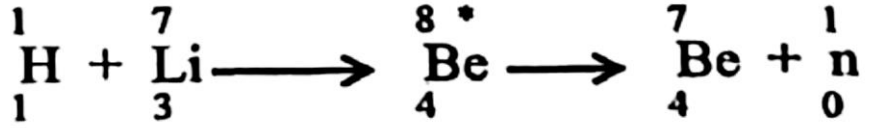
٣. منع تسرب النيوترونات الناتجة من الانشطار خارج كتلة اليورانيوم.



الكتلة الحرجة: هي الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لمنع تسرب النيوترونات و ادامة حدوث التفاعل المتسلسل.

سؤال وزاري ٢٠١٨ / شتوية :

(ب) في التفاعل النووي الآتي أجب عما يأتي: (١) النواة المركبة: ( ${}^8_4\text{Be}^*$ )



(٢)  ${}^1_0\text{n}$  يمتلك أكبر طاقة حركية.

(١) حدّد النواة المركبة في التفاعل.

(٢) أي النواتج يمتلك أكبر طاقة حركية؟

سؤال وزاري ٢٠١٢ / شتوية:



نُمثّل المعادلة الاتية تفاعلا نووياً:

ماذا يُسمى هذا التفاعل؟ ← تفاعل الانشطار النووي.

المفاعل النووي محذوف لطلبة ٢٠٠١ فما بعد

(٢) الاندماج النووي:

هو عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما.

\* يعد الهيدروجين مصدر طاقة النجوم و منها الشمس إذ يشكل معظم كتلتها.

\* سلسلة تفاعلات الاندماج الرئيسية المعروفة بدورة بروتون-بروتون ينتج عنها تجمع لأربعة بروتونات

مكونة نواة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$ .

\* لكي يحدث اندماج أربعة نوى موجبة يجب رفع درجة حرارتها الى ما يقارب ( ${}^{10^7}$ ) كلفن بالإضافة للضغط

الهائل و ذلك لأن النوى المندمجة موجبة الشحنة. (حرارة عالية + ضغط كبير)

\* ترفع درجة الحرارة من سرعة النوى، فتزيد طاقتها الحرارية و تمكنها من الاقتراب من بعضها و التغلب على

قوة التنافر الكهربائية، لذلك يسمى التفاعل النووي الحراري.

\* يحدث هذا التفاعل في باطن الشمس و النجوم لتوفر الحرارة الكافية و الضغط الهائل بينما يصعب إجراء مثل هذا

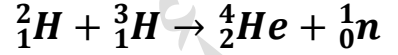
التفاعل حالياً لعدم توفر الحرارة و الضغط الكافيان.

\* الطاقة الناتجة عن الاندماج النووي أكبر بكثير من تلك الناتجة عن الانشطار.

\* يسعى العلماء الى إحداث تفاعل اندماج بين نظيري الهيدروجين

(الديتيريوم  $^2_1H$  و التريتيوم  $^3_1H$ ) حيث يكون مجموع الكتل الداخلة في التفاعل

أكبر من الخارجة منه:



هذا التفاعل لم يخرج عن الحيز التجريبي.

سؤال وزاري ٢٠١٩ / تكميلي:

١- في التفاعل النووي الذي تمثله المعادلة:  $(^4_2He + ^{14}_6N \rightarrow ^{17}_8O + ^1_1H)$ ، فإن النواة الناتجة التي تمتلك أكبر طاقة حركية:

(أ)  $^4_2He$  . (ب)  $^{14}_7N$  . (ج)  $^{17}_8O$  . (د)  $^1_1H$  لأنها اقل كتلة.

٢- يحدث التفاعل النووي في باطن الشمس بسبب توفر:

(أ) ضغط مرتفع و درجة حرارة منخفضة.

(ب) ضغط منخفض و درجة حرارة منخفضة.

(د) ضغط منخفض و درجة حرارة مرتفعة.

(ج) ضغط مرتفع و درجة حرارة مرتفعة.

### أسئلة الكتاب ٢٦٥ ص:

١- وضح المقصود بكل من:

\* الانشطار النووي: هو تفاعل نووي يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة، عند انقسام نواة ثقيلة، عند قذفها بنيوترون،

إلى نواتين متوسطتي الكتلة، و يصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول الى طاقة.

\* التفاعل النووي المتسلسل: هو تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم ( $^{235}_{92}U$ ) نتيجة قذفها بنيوترونات

تبعث من نوى يورانيوم إنشطرت سابقاً.

\* المفاعل النووي: هو نظام الذي يعمل على توفير الظروف المناسبة لاستمرار تفاعل الانشطار النووي و

المحافظة عليه.

\* الاندماج النووي: هو عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما.

٢- اذكر:

(أ) شرطي حدوث التفاعل المتسلسل. (ب) أجزاء المفاعل المضغوط.

← (أ) ١. توفر الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازمة لادامة التفاعل النووي (الكتلة الحرجة).

٢. منع تسرب النيوترونات الناتجة من الانشطار خارج كتلة اليورانيوم.

← (ب) ١. قلب المفاعل (ويتكون من: الوقود النووي، قضبان التحكم، المواد المهدنة للنيوترونات).

٢. المبادل الحراري. ٣. الدرع الواقي. ٤. المولدات الكهربائية. ٥. المكثف. ٦. أبراج التبريد.

٣- فسر:

(أ) تصنع قضبان التحكم في المفاعل النووي من الكاديوم.

← بسبب قدرتها على امتصاص النيوترونات بكفاءة عالية.

(ب) من الأمور التي يجب مراعتها قبل انشاء مفاعل نووي هو اشراف الهيئات الدولية.

← ١. لضبط بناء المفاعلات و الاشراف على تشغيلها.

٢. الاهتمام بسلامة تصريف نفايات المواد المشعة عند استبدال وقود المفاعل.

٣. فحص الحاويات المستخدمة في نقل الوقود.

٤- كيف تضبط كل من الأمور التالية في المفاعل النووي:

(أ) منع تسرب النيوترونات؟ ← من خلال توفير الكتلة الحرجة من الوقود النووي وهي أقل كتلة لازمة لادامة التفاعل.

(ب) التحكم في سرعة التفاعل؟ ← ادخال عدد مناسب من قضبان الكاديوم في قلب المفاعل.

(ج) ابطاء سرعة النيوترونات الناتجة من تفاعلات الانشطار؟ ← من خلال استخدام المواد المهدنة و هي مواد صغيرة

الكتلة مثل (الماء  $H_2O$ ، الغرافيت، و الماء الثقيل  $D_2O$ ) حيث توضع في طريق النيوترونات و عند لتصطدم بها

النيوترونات و تقل سرعتها فتصبح قادرة على احداث تفاعل انشطار جديد.

٥- قارن بين تفاعلي الانشطار و الاندماج النوويين من حيث الوقود المستخدم، الطاقة الناتجة و شروط حدوث كل

تفاعل؟

وجه المقارنة ←	نوع الوقود	الطاقة الناتجة	شروط حدوث التفاعل
الانشطار النووي	أقراص اليورانيوم $^{235}_{92}U$ أو البلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$ .	انشطار ١ كغ من اليورانيوم ينتج $١٠ \times ٥.٣٢$ مليون إلكترون فولت.	أن لا تزيد كتلة الوقود النووي عن الحد الأدنى (الكتلة الحرجة)، و منع تسرب النيوترونات الناتجة عن الانشطار.
الاندماج النووي	الهيدروجين ونظائر الهيدروجين	أكبر بكثير من تلك	رفع درجة الحرارة الى ما يقارب

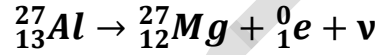
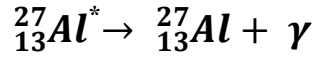


## أسئلة الفصل ٢٦٦ ص:

-١

الفرع	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
الاجابة	ج	د	ب	د	ج	ب	د

٢- أكمل المعادلات النووية الآتية:



٣- اذكر أهمية واحدة لكل من:

(أ) مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.  
 ← تحدد أي الأنوية أكثر استقرارا.

(ب) قضبان التحكم في المفاعل النووي.

← تتحكم بسرعة التفاعل المتسلسل من خلال ادخالها في المفاعل لامتناس النيوترونات عند الحاجة لتبطين التفاعل.

(ج) الكتلة الحرجة.

← تضمن استمرار التفاعل النووي المتسلسل .

(د) المسارات النووية.

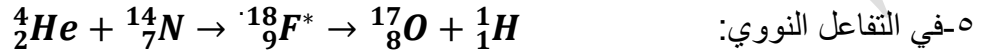
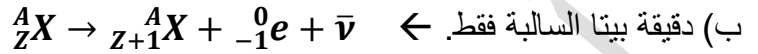
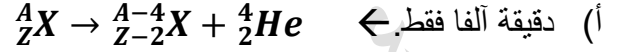
← تسريع الجسيم (القذيفة) و اعطائها الطاقة الحركية التي تمكنها من اختراق النواة الهدف و احداث التحولات النووية.

(هـ) نظير الكوبالت المشع  ${}^{60}_{27}Co$ .

← يتم توجيه حزم مركزة من الاشعة الناتجة عن نظير الكوبالت  ${}^{60}_{27}Co$  باتجاه الخلايا السرطانية سريعة الانقسام للقضاء عليها.

(و) عملية التعقب في للأوعية الدموية في المجال الطبي.  
 ← لتحديد أماكن وجود الانسدادات ان وجدت و فحص نشاط الدورة الدموية.

٤- يمكن للنواة ( $\frac{A}{Z}X$ ) أن تضمحل باعثة دقيقة آلفا أو دقيقة بيتا، وضح بالمعادلات النووية المناسبة التغيرات التي تطرأ على هذه النواة ، و ذلك عندما تبعث:



(أ) ما القذيفة المستخدمة؟ ← دقائق ألفا  ${}^4_2He$ .

(ب) حدد النواة المركبة في التفاعل؟ ←  ${}^{18}_9F^*$ .

(ج) أي النواتج يمتلك أكبر طاقة حركية ممكنة؟ ←  ${}^1_1H$  (طاقته أقل).

(د) ما مباديء حفظ الكميات الفيزيائية التي يجب ان تطبق في هذا التفاعل؟ ← ١. مبدأ حفظ العدد الذري.  
 ٢. مبدأ حفظ العدد الكتلي. ٣. مبدأ حفظ الزخم. ٤. مبدأ حفظ الطاقة -الكتلة.

٦- احسب:

(أ) الطاقة اللازمة لفصل نواة النيكل ( ${}^{60}_{28}Ni$ ) الى مكوناتها، علما بأن كتلة نواة النيكل تساوي ٥٩.٩٣٠٨ و.ك.ذ.  
 ←  $\Delta K = 931.5 \times$

نسب الفرق في الكتلة أولاً:  $\Delta K = (Z \text{ ك ب } N+ \text{ ك ن}) - \text{ك نواة}$

$$\Delta K = (1.0087 \times 32 + 1.0073 \times 28) - 59.9308$$

$$\Delta K = 32.2784 + 28.044 - 59.9308 = 0.552 \text{ و.ك.ذ.}$$

$$\text{ط} = 931.5 \times 0.552$$

$$\text{ط} = 514.19 \text{ مليون إلكترون فولت.}$$

(ب) طاقة الربط النووية لكل نيكلون في نواة الليثيوم ( ${}^7_3Li$ ) إذا علمت ان فرق الكتلة بين كتلة نواة الليثيوم و مجموع كتل مكوناتها يساوي ( $\Delta K = 0.0628$ ) و.ك.ذ.

$$\text{ط} = 931.5 \times \Delta K$$

$$\text{ط} = 931.5 \times 0.0628 = 58.498 \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$\frac{\text{ط}}{A} = \text{ط لكل نيكلون}$$

$$\text{ط لكل نيكلون} = \frac{58.498}{7} = 8.357 \text{ مليون إلكترون فولت/نيوكلون.}$$

٧- أكمل الجدول التالي:

أشعة غاما	دقائق بيتا	دقائق ألفا	نوع الإشعاع أوجه المقارنة
اشعة كهرومغناطيسية	جسيمات	جسيمات	الطبيعية
ليس لها شحنة	إما سالبة (الإلكترون) أو موجبة (البوزيترون)	موجبة	الشحنة
ليس لها كتلة	تساوي كتلة الإلكترون وأقل من كتلة ألفا	كبيرة	الكتلة

القدرة على النفاذ	قليلة	كبيرة	كبيرة جداً
السرعة	قليلة	عالية	تساوي سرعة الضوء
القدرة على التأين	كبيرة نسبياً	متوسطة	منخفضة جداً

٨- إذا علمت ان كتلة نواة الأكسجين ( $^{16}O$ ) تساوي (١٥.٩٩٤٩) و.ك.ذ، و كتلة نواة الفضة ( $^{107}_{47}Ag$ ) تساوي (١٠٦.٩٠٥١) و.ك.ذ، بيّن أي النواتين أكثر استقراراً.

← نحسب طاقة الربط لكل نيكولون بحيث أن النواة التي تمتلك أكبر طاقة ربط لكل نيكولون هي الأكثر استقراراً:

$$\Delta E_o = (Z \text{ ك ب } N+ \text{ ك ن}) - \text{ك نواة} \quad \Delta E_{Ag} = (Z \text{ ك ب } N+ \text{ ك ن}) - \text{ك نواة}$$

$$\Delta E_o = 15.9949 - (1.0087 \times 8 + 1.0073 \times 8) \quad \Delta E_{Ag} = 106.9051 - (1.0087 \times 60 + 1.0073 \times 47)$$

$$\Delta E_o = 15.9949 - 8.0696 + 8.0584 \quad \Delta E_{Ag} = 106.9051 - 60.522 + 47.3431$$

$$\Delta E_o = 15.9949 - 16.128 \quad \Delta E_{Ag} = 106.9051 - 107.8651$$

$$\Delta E_o = 0.1331 \text{ و.ك.ذ} \quad \Delta E_{Ag} = 0.96 \text{ و.ك.ذ}$$

$$\text{ط ر} = 0 \quad \Delta \text{ك} = 931.5 \times 0.1331$$

$$\text{ط ر} = 0 \quad \Delta \text{ك} = 931.5 \times 0.96$$

$$\text{ط ر} = 0 \quad 123.98 \text{ مليون إلكترون فولت} \quad \text{ط ر} = 894.24 \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$\frac{\text{ط}}{A} = \text{ط لكل نيكولون} \quad \frac{\text{ط}}{A} = \text{ط لكل نيكولون}$$

$$\frac{894.24}{107} = \text{ط لكل نيكولون} \quad \frac{123.98}{16} = \text{ط لكل نيكولون}$$

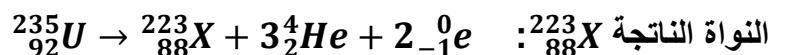
$$\text{ط لكل نيكولون} = 8.36 \text{ مليون إلكترون فولت/نيكولون} \quad \text{ط لكل نيكولون} = 7.75 \text{ مليون إلكترون فولت/نيكولون}$$

نواة الفضة هي الأكثر استقراراً لأن طاقة الربط لكل نيكولون للفضة أكبر منها للأكسجين.

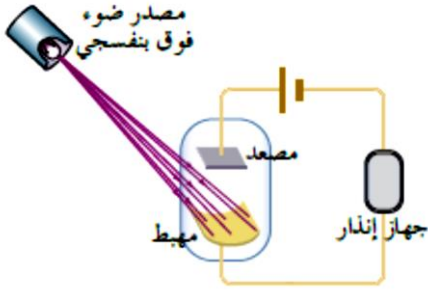
٩- تمر نواة اليورانيوم  $^{235}_{92}U$  في الطبيعة بسلسلة اضمحلات، فإذا كانت أول خمس اضمحلات على الترتيب لها:  $(\alpha, \beta^-, \alpha, \alpha, \beta^-)$ ، جد العدد الذري و العدد الكتلي للنواة الناتجة في نهاية هذه الاضمحلات.

← بتطبيق مبدأ حفظ العدد الذري و الكتلي نحصل على:

$$223 = 12 - 235 = 4 \times 3 - 235 = A \quad 88 = 2 + 6 - 92 = 2 + 2 \times 3 - 92 = Z$$



## أسئلة الوحدة ٢٦٩ ص:



١- يوضح الشكل رسماً تخطيطياً لأحد أجهزة الانذار ضد السرقة، الذي يعد أحد التطبيقات العملية على الظاهرة الكهروضوئية. يصدر عن الجهاز صوت تحذيري اذا حدث قطع في مسار الأشعة فوق البنفسجية، أجب عما يلي:

(أ) ما وظيفة كل من المصعد و المهبط في الخلية الكهروضوئية؟

← المهبط: يتلقى الأشعة فوق بنفسجية التي تؤدي الى تحرر الإلكترونات من سطح المهبط.

المصعد: يستقبل الإلكترونات المتحررة من المهبط.

(ب) صف ما يحدث في الخلية الكهروضوئية عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية على المهبط، و عند حدوث قطع في مسار الأشعة.

← عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية على سطح المهبط ينشأ تيار كهروضوئي نتيجة لانبعاث الإلكترونات من سطح المهبط نحو المصعد، و عند حدوث قطع في مسار الأشعة تتوقف الإلكترونات عن التحرر و ينقطع التيار الكهروضوئي.

(ج) هل يتأثر عمل الجهاز اذا زاد تردد الأشعة عن الساقطة على المهبط أو شدتها؟

← لا، لان كلاهما يعمل على زيادة التيار الكهروضوئي التيار الكهروضوئي.

(د) اذا كان اقتران الشغل لأشعة المهبط ٢ إلكترون فولت، فأجب عما يأتي:

\* ما المقصود باقتران الشغل للفلز؟

← اقتران الشغل  $\Phi$  : أقل طاقة يمتلكها فوتون الضوء تلزم لتحرير إلكترون من سطح الفلز من غير اكسابه طاقة حركية.

\* إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة تساوي ٣ إلكترون فولت، فاحسب تردد الأشعة فوق البنفسجية.

$$٣ \times ١.٦ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول} = ٦.٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \text{ ت} = ٥ \times ١.٦ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

$$\text{ت} = \frac{٥ \times ١.٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦.٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}$$

$$\text{ت} = ١.٢١ \times ١٠^{١٥} \text{ هيرتز.}$$

$$\leftarrow \text{ط} = \Phi + \text{طح العظمى}$$

$$\text{ه} \text{ ت} = ٢ + ٣$$

$$\text{ت} = ٥ \text{ إلكترون فولت} = ٦.٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \text{ ت}$$

٢- يشير بور في أحد فروضه المتعلقة بذرة الهيدروجين الى أن الإلكترون يشع طاقة او يمتصها اذا انتقل من مستوى طاقة الى اخر فقط، فاذا كان الإلكترون موجود في مدار الطاقة الثالث (ن=٣) عند لحظة معينة فأجب عما يلي:

(أ) يمتص إلكترون ذرة الهيدروجين أو يشع مقادير محددة من الطاقة. فسر ذلك.

← الطاقة كمماة وتساوي مضاعفات كمية ثابتة.

(ب) ما أقل طاقة و ما أكبر طاقة يمكن أن يشعها الإلكترون؟

← أقل طاقة تكون عند انتقال الإلكترون بين المدارين الثالث و الثاني:

$$\text{طن} = \frac{13.6}{2} = \text{ط}_2 \quad \text{ط}_3 = \frac{13.6}{9} = \frac{13.6}{9} = 1.51 \text{ إلكترون فولت.}$$

$$\text{ط؛} = \frac{13.6}{4} = \frac{13.6}{4} = 3.4 \text{ إلكترون فولت.}$$

$$\Delta \text{ط} = |\text{ط}_2 - \text{ط}_3| = |1.51 - 3.4| = 1.89 \text{ إلكترون فولت.}$$

بينما أكبر طاقة تكون عند انتقال الإلكترون بين المدارين الثالث و الاول:

$$\text{طن} = \frac{13.6}{2} = \text{ط}_2 \quad \text{ط}_1 = \frac{13.6}{1} = 13.6 \text{ إلكترون فولت.}$$

$$\text{ط؛} = \frac{13.6}{1} = \frac{13.6}{1} = 13.6 \text{ إلكترون فولت.}$$

$$\Delta \text{ط} = |\text{ط}_2 - \text{ط}_1| = |1.51 - 13.6| = 12.09 \text{ إلكترون فولت.}$$

(ج) جد نصف قطر المدار الثالث؟

$$\leftarrow \text{نقن} = \text{نق}^2 \quad \text{نق}^2 = 3 \times 11^{-1} \times 0.29 = 3 \times 11^{-1} \times 0.29$$

$$\text{نق}^2 = 3 \times 11^{-1} \times 0.29 = 3 \times 11^{-1} \times 0.29 = 0.81 \text{ م.}$$

(د) احسب للالكترون في المدار الثالث كل مما يأتي:

\* الزخم الزاوي.  $\chi$  الزاوي = ك ع نق

$$\leftarrow \text{ك ع نقن} = \frac{\text{ن ه}}{\pi^2} \quad \text{ك ع نق} = \frac{3^2 - 1^2 \times 6.63 \times 10^{-34}}{3.14 \times 2} = 3.16 \times 10^{-34} \text{ كغ.م}^2/\text{ث}$$

\* الزخم الخطي.

$$\leftarrow \text{خ} = \text{ك ع} \quad \text{و منه} \quad \text{خ} = \text{ك ع} \quad \left( \text{حيث} \frac{\text{نق}}{\text{نق}} = 1 \right)$$

$$\text{خ} = \frac{\chi \text{ الزاوي}}{\text{نق}}$$

$$\text{خ} = \frac{3^2 - 1^2 \times 6.63 \times 10^{-34}}{3.14 \times 2} = 3.16 \times 10^{-34} \text{ كغ م/ث}$$

\* السرعة.

$$\leftarrow \epsilon = \frac{h}{\lambda}$$

$$\epsilon = \frac{20-10 \times 6.64}{31-10 \times 9.11} = 10 \times 7.29 \text{ م/ث}$$

\* طول موجة دي بروي.

$$\leftarrow \frac{h}{\lambda} = \epsilon$$

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

$$\lambda = \frac{34-10 \times 6.63}{20-10 \times 6.64} = 10^{-9} \text{ م} = 1 \text{ نم}$$

٣- (الطبيعة المزدوجة لكل من الاشعاع و الطاقة ) احدى اهم الفرضيات في فيزياء الكم.

(أ) بين ما تعنيه هذه العبارة.

← يعني ان الجسيمات تسلك سلوك الاشعة، و ان الاشعة تمتلك خصائص الجسيمات.

(ب) اذكر دليلاً عملياً يَدعم سلوك الاشعاع بوصفه جسيماً، و آخر يدعم سلوك الجسيم بوصفه شعاعاً.  
← تفاعل الاشعة (الفوتونات ) مع الالكترونات في الظاهرة الكهروضوئية تدعم سلوك الاشعة كجسيمات.  
قدرة الالكترونات على النفاذ عبر قطعة معدنية رقيقة ( الحيوذ ).

٤- اذا علمت ان طاقة الربط النووية لنواة النتروجين  $^{14}_7N$  تساوي (١٠٨) مليون إلكترون فولت:  
(أ) وضح المقصود بطاقة الربط النووية.

← هي الطاقة الخارجية اللازم تزويد النواة بها لفصل مكوناتها عن بعض نهائياً.

(ب) احسب كتلة نواة النتروجين.

$$\leftarrow \Delta K = 931.5 \times \Delta K = \frac{P}{931.5}$$

$$\Delta K = \frac{108}{931.5} = 0.1159 \text{ و.ك.ذ}$$

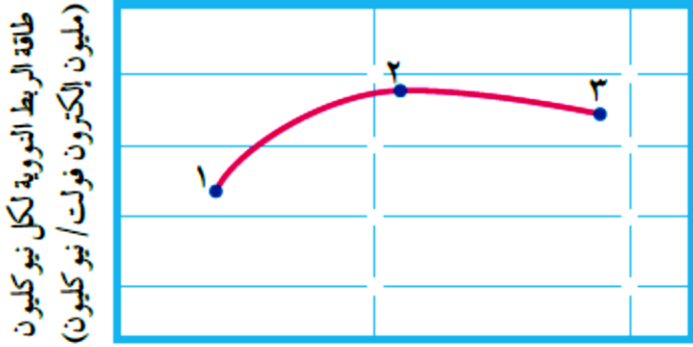
$$\Delta K = \text{ك المكونات} - \text{ك النواة}$$

$$\Delta K = (Z \text{ ك بروتون} + N \text{ ك نيوترون}) - \text{ك النواة}$$

$$0.1159 = (1.0087 \times 7 + 1.0073 \times 7) - \text{ك النواة}$$

$$0.1159 = 14.112 - \text{ك النواة}$$

ك النواة = ١٤.١١٢ - ٠.١١٥٩ = ١٣.٩٩٦١ و.ك.ذ



عدد النيوكليونات (A)

٥- يمثل الشكل المجاور التمثيل البياني للعلاقة بين عدد النيوكليونات، و طاقة الربط النووي لكل نيوكلون و تشير الارقام (١، ٢، ٣) الى ثلاث نظائر. (أ) وضح المقصود بالنظائر.

← ذرات العنصر نفسه أنويتها تتساوى في العدد الذري و تختلف في العدد الكتلي.

(ب) رتب تنازلياً النظائر وفق الطاقة اللازمة لفصل نيوكلون واحد من نواة كل منها.

← ١ < ٣ < ٢

٦- تضمحل نواة الاوزميوم  $^{191}_{76}\text{Os}$  باعثة دقيقة بيتا سالبة طاقتها

(٠.١٤) مليون إلكترون فولت في المرحلة الأولى لاحظ الشكل، ثم

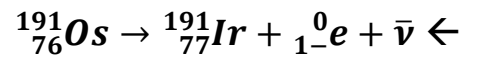
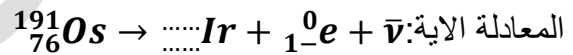
أشعة غاما طاقتها (٠.٠٤٢) مليون إلكترون فولت في المرحلة

الثانية، ثم أشعة غاما طاقتها (٠.١٢٩) مليون إلكترون فولت في

المرحلة الثالثة لكي تصل الى حالة الاستقرار، تأمل الشكل ثم أجب

عما يلي:

(أ) جد العدد الكتلي و العدد الذري للنواة الناتجة المستقرة وفق



(ب) ما الطاقة التي يجب ان تبعثها ذرة  $^{191}_{76}\text{Os}$  في مرحلة ما واحدة

حتى تستقر؟

← من الشكل نجد ان مقدار الطاقة اللازم انبعاثه حتى تستقر ذرة الاوزميوم = ٠.١٢٩ + ٠.٠٤٢ + ٠.١٤ = ٠.٣١١ مليون إلكترون فولت.

أسئلة سنوات سابقة:

٩) عدد النيوترونات في النوى المستقرة يكون:

أ) أكبر من عدد البروتونات للنوى الخفيفة

ج) أكبر من عدد البروتونات للنوى الثقيلة

ب) أقل من عدد البروتونات للنوى الخفيفة

د) أقل من عدد البروتونات للنوى الثقيلة

سؤال وزاري ٢٠١٨ / شتوية:

ب) يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون وعدد النيوكليونات (A) لنوى مختلفة،

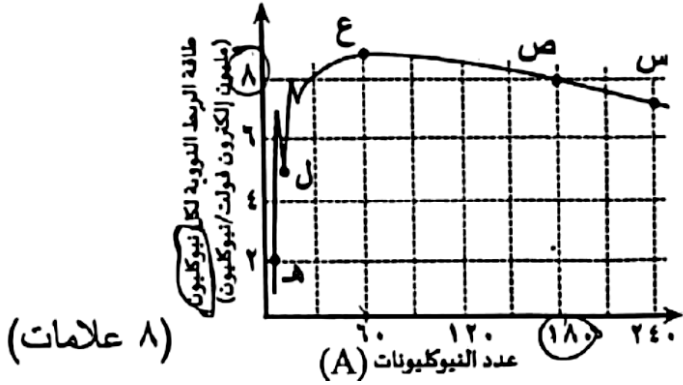
معتدماً على الشكل وبياناته أجب عما يأتي:

١) أي هذه النوى أكثر استقراراً؟ ولماذا؟

٢) أي هذه النوى أكثر قابلية للانشطار؟

وأبها أكثر قابلية للاندماج عند إحداث تفاعل نووي؟

٣) احسب طاقة الربط النووية للنواة (ص).



← ١) (ع) هو الأكثر استقراراً لأنه يمتلك أكبر طاقة ربط نووية لكل نيوكليون.

← ٢) (س) الأكثر قابلية للانشطار لامتلاكها أكبر عدد من النيوكليونات، وهي النواة الأثقل و الأكبر حجماً مما يعني ان المسافة بين النيوكليونات كبيرة نسبياً مما يقلل من تأثير قوى الربط النووية.

(ل) و (هـ) هي الأكثر قابلية للاندماج لأنها أقل كتلة و تحتاج للاندماج حتى تصبح أكثر استقراراً حيث ان طاقة الربط لكل نيوكليون الخاصة بها قليلة نسبياً.

← ٣) ط للنواة (ص) =  $\Delta K \times 931.2$ ، لكن المعطيات لا تكفي لذلك نستخدم العلاقة ط = ط لكل نيوكليون  $\times A$

ط = ط لكل نيوكليون  $\times A = 8 \times 180 = 1440$  مليون e v.

س: أحد العناصر الاتية نواته غير مستقرة: أ)  ${}_{33}^{76}X$  ب)  ${}_{40}^{90}Y$  ج)  ${}_{79}^{179}Z$  د)  ${}_{90}^{234}E$

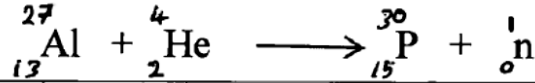
← بما طاقة الربط لكل نيوكليون غير معروفة و العدد الذري للنوية (X)، (Y) و (Z) أقل من ٨٣ فسنعتمد على العدد

الكتلي (الأكثر استقراراً  $(50 \leq A \leq 80)$ ): الجواب هو أ)  ${}_{33}^{76}X$ . كما انه يمتلك أكبر عدد من النيوترونات (أكثر من

Y و X).



ج) قذفت نواة الالمنيوم (Al) بجسيم ألفا (He) لإنتاج نظير الفسفور (P) كما في المعادلة : (٩ علامات)



${}_{15}^{30}\text{P}$	${}_{13}^{27}\text{Al}$	${}_2^4\text{He}$	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{H}$	النواة أو الجسيم
٢٩,٩٧٨٣	٢٦,٩٨١٥	٤,٠٠٢٦	١,٠٠٨٧	١,٠٠٧٢	الكتلة بوحدة (و.ك.ذ.)

مستعينًا بالمعادلة والجدول

المجاور، احسب :

١- نصف قطر نواة (Al)  ${}_{13}^{27}$ .

٢- طاقة الربط النووية لنواة (He)  ${}_2^4$ .

$$١- \text{نق} = \text{نق} \times A^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{نق} = ١.٢ \times ١٠^{-١٥} \times ٢٧^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{نق} = ١.٢ \times ١٠^{-١٥} \times ٣ = ٣.٦ \times ١٠^{-١٥} \text{ م} = ٠.٠٠٣٦ \text{ بيكومتر.}$$

٢- نحسب الفرق في الكتلة:  $\Delta K = \text{ك المكونات} - \text{ك النواة}$

$$\Delta K = (N \times \text{ك}_n + Z \times \text{ك}_p) - \text{ك النواة}$$

$$\Delta K = (٢ \times ١.٠٠٨٧ + ٢ \times ١.٠٠٧٣) - ٤.٠٠٢٦$$

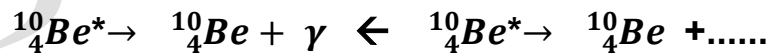
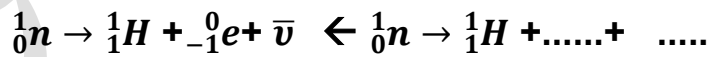
$$\Delta K = (٢.٠١٧٤ + ٢.٠١٤٦) - ٤.٠٠٢٦$$

$$\Delta K = ٤.٠٣٢ - ٤.٠٠٢٦ = ٠.٠٢٨ \text{ و.ك.ذ.}$$

ثم نحسب طاقة الربط:  $\text{ط} = \Delta K \times ٩٣١.٥$

$$\text{ط} = ٠.٠٢٨ \times ٩٣١.٥ = ٢٠.٨ \text{ مليون ev}$$

١- أكمل المعادلتين النوويتين الآتيتين:



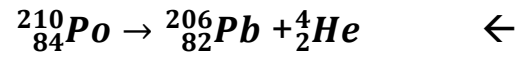
٢- ذرة عددها الذري (١٣) و نيوتروناتها (١٤)، احسب نصف قطرها، هل هذه النواة مستقرة؟

$$\text{نق} = \text{نق} \times A^{\frac{1}{3}} \quad (27 = 13 + 14 = Z + N = A)$$

$$= 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{27} = 3.6 \times 10^{-15} \text{ م.}$$

سؤال ٢٠١٤ / صيفية:

١- تضمحل نواة البولونيوم ( $^{210}_{84}Po$ ) إلى نواة الرصاص ( $^{206}_{82}Pb$ ) باعثة جسيم ألفا اكتب معادلة نووية موزونة تمثل هذا التفاعل.



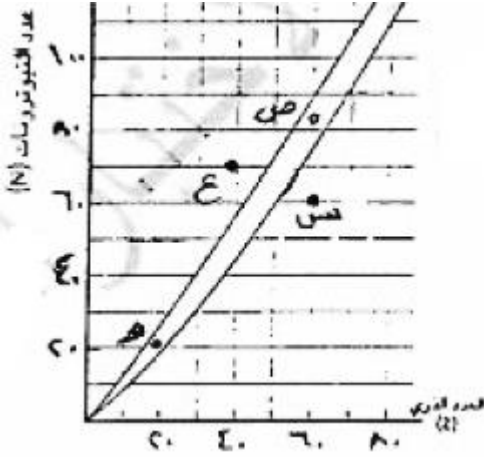
٢- يُمثل الشكل المجاور العلاقة بين عدد البروتونات عدد النيوترونات لأنوية ذرات العناصر المختلفة.

بالاعتماد على الرسم البياني أجب عما يلي:

(أ) اذكر رمز نواة مستقرة.  $\leftarrow$  ص

(ب) اذكر رمز نواة يُمكن ان تبعث دقيقة ألفا.  $\leftarrow$  س.

(ج) اذكر رمز نواة يُمكن ان تبعث دقيقة بيتا.  $\leftarrow$  ع.



سؤال ٢٠١٩ / تكميلي:

ادرس الشكل المجاور الذي يمثل منحنى استقرار بعض النوى ثم أجب عما يلي:

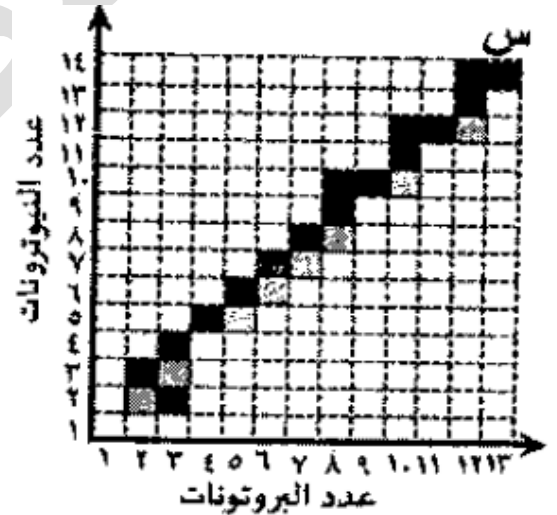
(أ) احسب نصف قطر النواة (س).

(ب) لماذا ينحرف مستوى الاستقرار نحو الاعلى مع زيادة العدد الذري.

$$\leftarrow \text{نق} = \text{نق}_0 \times \frac{1}{3} A \quad (A = Z + N = 13 + 14 = 27)$$

$$\text{نق} = 1.2 \times 10^{-10} \times \sqrt[3]{27} = 3.6 \times 10^{-10} \text{ م.}$$

تكرر هذا السؤال باكثر من صيغة.



$\leftarrow$  (ب) بسبب زيادة عدد النيوترونات على البروتونات و بالتالي زيادة مقدار القوى النووية التي تعاكس قوة التنافر بين البروتونات فيكون تأثيرها أكبر.

سؤال وزاري ٢٠١٣ / صيفية :

احسب طاقة الربط النووي لكل نيوكلون بوحدة الالكترون فولت لنواة البريليوم ( $^9_4Be$ )، علماً بان كتلة نواة البريليوم (٩.٠١٥٠) و.ك.ذ.

$$\leftarrow \text{أولاً: نحسب طاقة الربط النووية. } \Delta K = 931.5 \times \Delta K = \Delta K (Z + N) - K_{\text{نواة}}$$

$$\Delta K = (9.015 - (1.0073 \times 4 + 1.0087 \times 5))$$

$$\Delta K = (9.015 - (4.0292 + 5.0435)) = 9.015 - 9.0727 = 0.0423 \text{ و.ك.ذ.}$$

$$\text{طر} = 931.5 \times 0.0577 \text{ مليون e v}$$

ثانياً: نقسم على العدد الكتلي طر لكل نيوكلون =  $\frac{53.75}{9}$  مليون e v/نيوكلون

سؤال وزارى ٢٠١٦ / شتوية :

احسب مقدار الطاقة التي يجب ان تزود بها نواة البريليوم ( ${}^9_4\text{Be}$ ) لفصل مكوناتها، علماً بان كتلة نواة البريليوم (٩.٠١٥٠) و.ك.ذ.

← الطاقة التي يجب ان تزود بها نواة البريليوم ( ${}^9_4\text{Be}$ ) لفصل مكوناتها = طر لنواة البريليوم ( ${}^9_4\text{Be}$ )

$$\text{من السؤال السابق طر} = 931.5 \times 0.0577 = 53.75 \text{ مليون e v}$$

سؤال وزارى ٢٠١٧ / صيفية: اعتماداً على المعادلة النووية ( ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ ) أجب عما يلي:

(أ) ما نوع التفاعل؟ ← تفاعل اندماج نووي.

(ب) طاقة الربط النووية لنظير نواة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$  اذا علمت ان كتلتها ٢.٠٤١ و.ك.ذ؟

$$\Delta \text{ك} = \text{ك} \text{المكونات} - \text{ك} \text{النواة} = (Z \text{ك} + N \text{ك}) - \text{ك}$$

$$= (2 \times 1.0073 + 1 \times 1.0087) - 4.0015 = 0.0186 \text{ و.ك.ذ}$$

$$\text{طر} = \Delta \text{ك} \times 931.5 = 0.0186 \times 931.5 = 17.32 \text{ مليون e v}$$

السؤال ٢٠١٥ / الصيفية: اذا علمت ان الفرق بين كتلة نيوكلونات البورون ( ${}^{11}_5\text{B}$ ) وكتلة النواة يساوي (٠.٠٨١) و.ك.ذ، أجب عما يأتي:

و.ك.ذ، أجب عما يأتي:

(أ) احسب طاقة الربط لكل نيوكلون لنواة هذه الذرة بوحدة المليون الكترون فولت؟

(ب) أيهما أكبر كتلة نواة البورون أم كتلة مكوناتها؟ ولماذا؟

← (ب) كتلة مكونات النواة أكبر من كتلة النواة لأن الفرق في الكتلة

يتحول الى طاقة ربط يحافظ على تماسك و ترابط مكونات النواة.

$$\leftarrow \text{طر} = \Delta \text{ك} \times 931.5$$

$$\text{طر} = 0.081 \times 931.5$$

$$\text{طر لكل نيوكلون} = \frac{\text{طر}}{A} = \frac{75.45}{11} = 6.8 \text{ Mev}$$