

الفيزياء الصناعي

الفيزياء النووية

بهاء السعافين

٠٧٨٨٠٥١٦٤٤

بنية النواة وخصائصها

من المعروف أن النواة تتكون من بروتونات و نيوترونات .

البروتونات : تساوي العدد الذري للعنصر ويوز له بالرمز (Z)، وهي مشحونة بشحنة موجبة .

النيوترونات : وهي جسيمات ليس لها شحنة وهي الفرق بين العدد الكتلي (A) والعدد الذري (Z) .

العدد الكتلي $\rightarrow$ A_ZX $\leftarrow$ العدد الذري



● النيوكليونات : وهي التي تمثل عدد البروتونات والنيوترونات معاً ($A = N + Z$) .

حدد للعنصر 9_5B ما يلي : (١) العدد الكتلي (٢) العدد الذري (٣) عدد البروتونات

(٤) عدد النيوترونات (٥) عدد النيوكليونات

● معادلة شادويك في اكتشاف النيوترون :



● ملاحظات :

(١) كتلة النيوترونات تقريبا مساوية لكتلة البروتونات .

(٢) كتلة البروتون = ١٨٣٦ مرة كتلة الإلكترون .

(٣) شحنة النواة موجبة .

سؤال : وضح المقصود بالنظائر ؟

وهي الذرات التي تتشابه في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي مثلنظائر الكربون

${}_6\text{C}^{14}$

${}_6\text{C}^{13}$

${}_6\text{C}^{12}$

${}_6\text{C}^{11}$

${}_6\text{C}^{10}$

تم اعتماد وحدة قياس (الكتلة - الطاقة) وتسمى وحدة كتلة ذرية (و ك ذ) = ١/١٢ من كتلة نظير الكربون ${}_6\text{C}^{12}$ = ١.٦٦ × ١٠^{-٢٧} كيلو غرام .

مثال احسب الطاقة (بالإلكترون فولت) المكافئة لوحدة كتلة ذرية واحدة ؟

الحل :

• قام العالم رذرفورد بحساب نصف قطر النواة ووجد أن نصف قطر اي نواة تعطى بالعلاقة :

حيث أن ← نق : نصف قطر النواة (م)

نق. : ثابت = 1.2×10^{-15} م

$$\text{نق} = A^{1/3} \times 1.2 \times 10^{-15} \text{ م}$$



سؤال جد الكتلة التقريبية للنواة ؟

سؤال اثبت أن كثافة النواة ثابتة لجميع نوى العناصر ؟

الحل :

استقرار النواة

• أنواع القوى داخل النواة :

- (١) قوى كهربائية : قوة **تنافر** بين البروتونات (شحنات موجبة) .
- (٢) قوى نووية : وهي قوة **تجاذب** بين مكونات النواة (البروتونات و النيوترونات) .

- تكون القوى النووية بين : (١) بروتون مع بروتون . (ب) نيوترون مع نيوترون .

★ ملاحظة :

نلاحظ أن البروتونات تتجاذب فيما بينها داخل النواة بفعل القوى النووية .

خصائص القوى النووية :

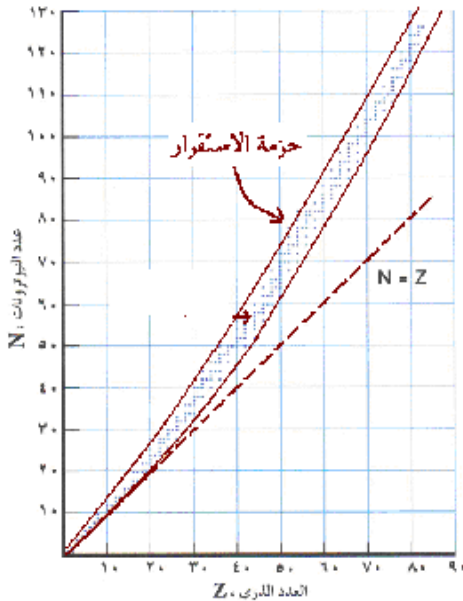
- (١) مداها قصير
- (٢) لا تعتمد على ماهية النيوكليونات المتجاذبة
- (٣)

• تصنف النواة إلى :

- (١) نواة مستقرة .
- (٢) نواة غير مستقرة .

الأنوية المستقرة :

يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين البروتونات والنيوترونات للأنوية المستقرة .



• تقسم الأنوية من حيث الكتلة إلى :

- (أ) أنوية خفيفة : وهي الأنوية التي يتساوى فيها عدد البوتونات مع النيوترونات مثل $^{16}_8\text{O}$ ، $^{12}_6\text{C}$.
- (ب) الأنوية المتوسطة : وهي الأنوية الأكثر استقراراً والتي يكون عددها الكتلي تقريباً مساوياً ٦٠ مثل النيكل $^{60}_{28}\text{Ni}$
- (ج) الأنوية الثقيلة : وهي الأنوية التي يكون فيها عدد النيوترونات أكبر بكثير من عدد البروتونات مثل اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$.

سؤال علل/الأنوية التي يزيد عددها الكتلي عن ٨٢ تكون غير مستقرة ؟

طاقة الربط النووية

طاقة الربط النووي : هي الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة .

- طاقة الربط النووي هي الطاقة المسؤولة عن تجاذب مكونات النواة وتعطى من العلاقة التالية :

$$\text{ط-الربط} = \Delta \text{ك} \times 931,5 \text{ مليون إلكترون فولت}$$



ولإيجاد التغير في الكتلة ($\Delta \text{ك}$) :

حيث ان Z : عدد البروتونات.

ك_p : كتلة البروتون (وهي قيمة ثابتة)

N : عدد النيوترونات

ك_n : كتلة النيوترون (وهي قيمة ثابتة).

$$\Delta \text{ك} = (Z \text{ك}_p + N \text{ك}_n) - \text{ك}_{\text{نواة}}$$



مثال احسب طاقة الربط النووي لنواة ذرة الأكسجين ($^{16}_8\text{O}$) .

مثال

(كتلة نواة الأكسجين = ١٦ و ك ذ $\text{ك}_n = 1,008$ و ك ذ $\text{ك}_p = 1,007$ و ك ذ) .

الحل :

طاقة الربط النووي = طاقة الفصل النووي

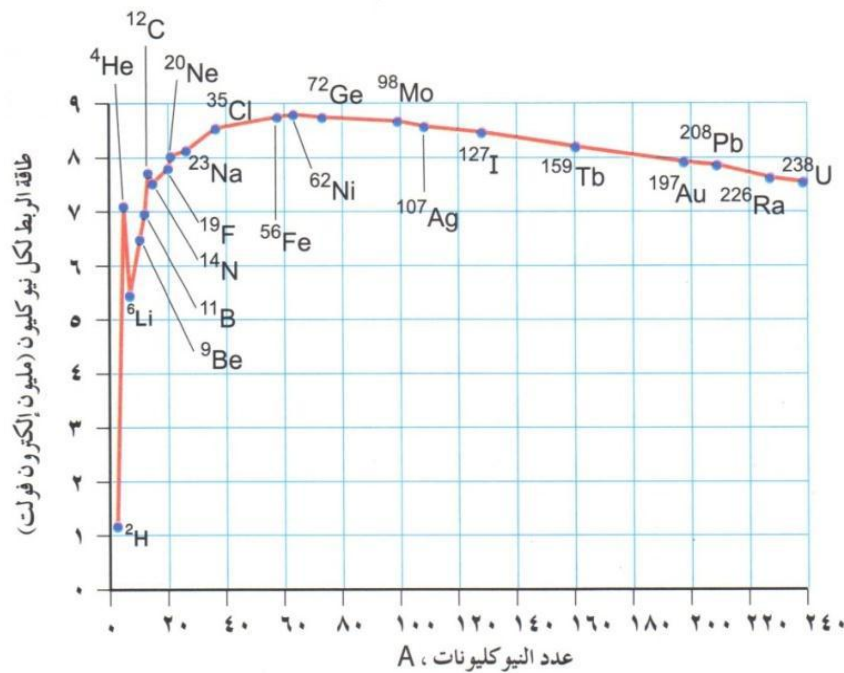


مثال : لنواة ذرة الليثيوم (${}^8_3\text{Li}$) جد :

مثال

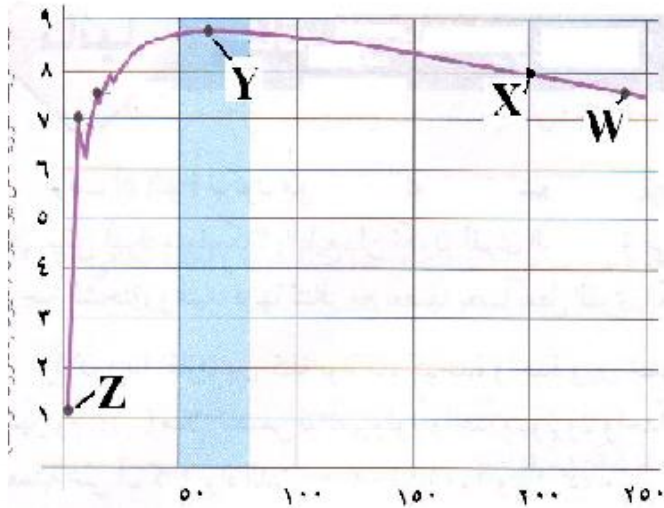
- (١) نصف قطر النواة .
- (٢) طاقة الربط النووية (طاقة الفصل النووي) .
- (٣) معدل طاقة الربط النووي .
- (٤) معدل طاقة الربط النووي بوحدة (e.v) .

الحل :



• نلاحظ من المنحنى :

- (١) أكثر الأنوية استقراراً هي التي لها أعلى طاقة ربط وهو العنصر ${}^{62}\text{Ni}$.
- (٢) الأنوية التي لها قابلية على الاندماج النووي هي الأنوية الخفيفة مثل H^2 .
- (٣) الأنوية التي لها قابلية على الانشطار النووي هي الأنوية الثقيلة مثل U^{235} .
- (٤) ترتيب الأنوية من حيث الاستقرار : نواة متوسطة < نواة ثقيلة < نواة خفيفة .



يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة من العناصر, Y, (X, W) اعتمادا على المنحنى، اجب عن الأسئلة الآتية

- (١) أي هذه العناصر أكثر استقراراً؟ ولماذا؟
- (٢) أي هذه العناصر أكثر قابلية للإنشطار، وأيها أ

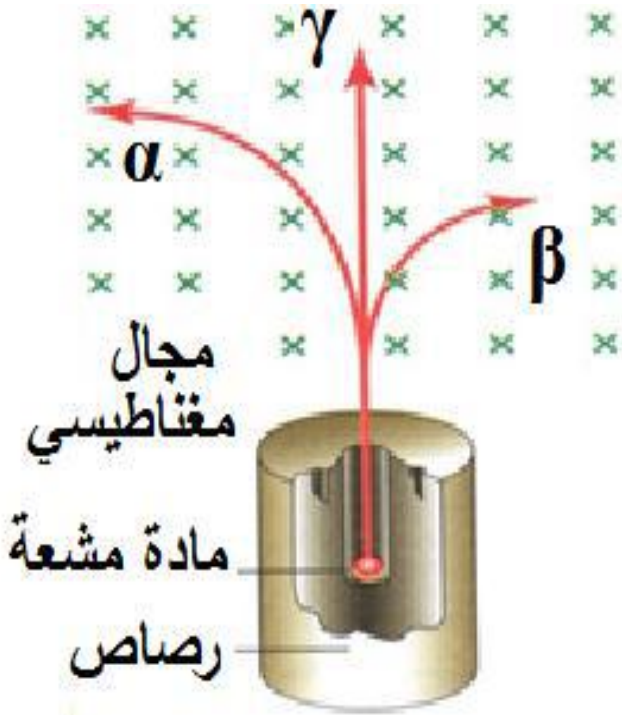
قابلية للاندماج عند إحداث تفاعل نووي.

- (٣) احسب طاقة الربط لنواة العنصر (X).

النشاط الإشعاعي

- أكتشف العالم بيكرل أن بعض المواد لها القدرة على الإشعاع بشكل .
- الإشعاع الطبيعي : هو نتاج عملية اضمحلال لنوى العناصر غير المستقرة .
- الأشعاعات الصادرة عن الأنوية غير المستقرة (أشعة بيكرل) :
 - (١) جسيمات الفا (α) : موجبة الشحنة وتمثل نواة الهيليوم ${}^4_2\text{H}$.
 - (٢) أجسيمات بيتا (β) : وهي نوعان : (أ) الكترونات سالبة الشحنة () . (ب) بوزيترونات موجبة الشحنة .
 - (٣) اشعة غاما : وهي اشعة كهرومغناطيسية عالية التردد (فوتونات ذات طاقة عالية) .

جسيمات الفا وبيتا واشعة غاما تتأثر بالمجال المغناطيسي على النحو التالي :
تنحرف جسيمات الفا نحو اليسار ، تنحرف جسيمات بيتا نحو اليمين ، لا تتأثر اشعة غاما بالمجال المغناطيسي (علل) ؟ لأن المجال المغناطيسي لا يؤثر في الجسيمات غير المشحونة . (لاحظ الشكل) .



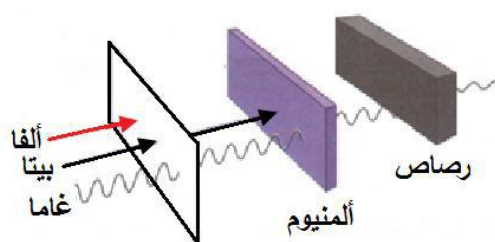
خصائص الأشعة النووية :

- (أ) أشعة الفا (α) :
- (١) أنوية ذرات الهيليوم (${}^4_2\text{H}$) .
 - (٢) مشحونة بشحنة موجبة .
 - (٣) تتأثر بمجال مغناطيسي .
 - (٤) كتلتها كبيرة مقارنة مع جسيمات بيتا (β) .
 - (٥) شحنتها أكبر من شحنة جسيمات بيتا .
 - (٦) نفاذيتها قليلة بسبب كبر كتلتها .
 - (٧) تأينها للمواد كبير بسبب كبر كتلتها وشحنتها

(ب) أشعة بيتا (β) :

- (١) كتلتها أقل من كتلة جسيم الفا .
- (٢) سرعة جسيم (β) أكبر من سرعة جسيم الفا (α) .
- (٣) قدرة تأين جسيم (β) أقل من قدرة تأين جسيم (α) / علل ؟
- (٤) قدرة نفاذ جسيم بيتا أكبر من قدرة نفاذ جسيم الفا / علل ؟
- (٥) مقدار شحنة (β) = شحنة الإلكترون .

(ج) أشعة غاما :



- (١) موجات كهرومغناطيسية .
- (٢) قدرة تأينها قليلة / علل ؟
- (٣) غير مشحونة .
- (٤) قدرة نفاذها عالية / علل ؟

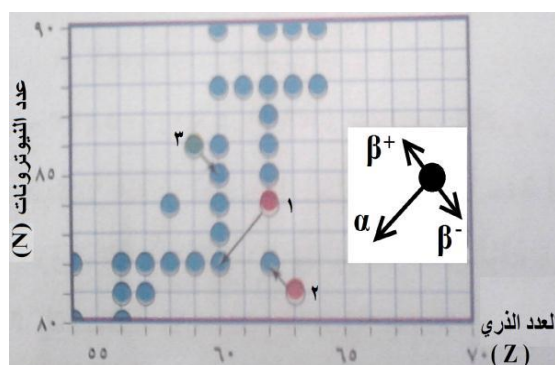
هام : الجهاز المستخدم فى الكشف عن الأشعة الكهرومغناطيسية عداد غايغر .



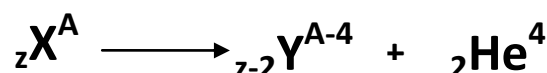
اطمحلل الفا (a)



- ✓ تميل بعض انوية العناصر إلى بعث جسيمات الفا للتحويل إلى نواة جديدة أكثر استقراراً .
- ✓ النوى التي ينبعث منها جسيم الفا يقل عددها الذري بمقدار (٢) ويقل عددها الكتلي بـ (٤)
- ✓ جميع التفاعلات النووية تخضع للمبادئ النووية الأربع :
- (١) مبدأ حفظ الشحنة . (٢) مبدأ حفظ الكتلة . (٣) مبدأ حفظ الزخم .
- (٤) مبدأ حفظ (الطاقة - الكتلة) .



يمكن التعبير عن اضمحلال غاما :



مثال

تضمحل نواة اليورانيوم ($^{232}_{92}\text{U}$) إلى نواة الثوريوم ($^{228}_{90}\text{Th}$) باعثة جسيم الفا . علماً بأن كتلة اليورانيوم (٢٣٢،٠٣٧١٣١) وكتلة نواة الثوريوم (٢٢٨،٢٨٧١٦) وكتلة جسيم الفا (٤،٠٠٢٦٠٢) وكتلة جد :

- (١) اكتب معادلة موزونة تبين التفاعل الحاصل .
- (٢) جد فرق الكتلة .
- (٣) احسب الطاقة المكافئة لفرق الكتلة .

تنبيه : عند اضمحلال الفا جسيم الفا الناتج طاقة الحركية أكبر من النواة الناتجة وذلك أن كتلة جسيم الفا أقل . (الطاقة الحركية التي يمتلكها جسيم الفا معروفة ويمكن الاستدلال منها على النواة الأصلية)



- يتحول فرق الكتلة في اضمحلال الفا على شكل طاقة حركية يمتلكها جسيم الفا والنواة الناتجة .

اطمحلال بيتا (β)

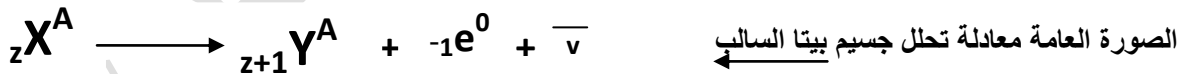
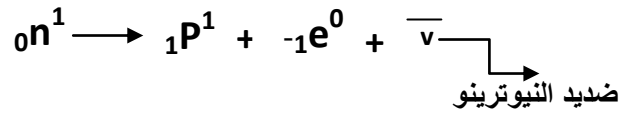
- ✓ تميل بعض انوية العناصر إلى بعث جسيم بيتا لتتحول إلى نواة جديدة أكثر استقرار .
- ✓ الأنوية التي تنبعث منها جسيمات بيتا يتغير العدد الذري أما العدد الكتلي فيبقى كما هو .
- ✓ تضمحل نواة الكربون إلى نيتروجين وجسيم بيتا وعند تطبيق مبدأ حفظ الطاقة يجب ان تكون الطاقة التي يمتلكها جسيم بيتا تساوي (١٥٦ كيلو إلكترون فولت) ، لذلك اقترح جسيم يرافق جسيم بيتا يحمل الطاقة الضائعة سمي نيوتريينو (ضديد النيوتريينو) .
- ✓ النيوتريينو : جسيم صغير مهمل الكتلة ليس له شحنة يصاحب اضمحلال بيتا .

- انواع جسيمات بيتا :

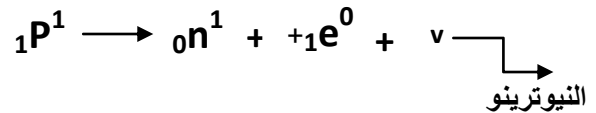
(١) جسيم بيتا السالب (β^-) : الكترون سالب الشحنة ويرمز لها ($-1e^0$) .

(٢) جسيم بيتا الموجب (β^+) : بوزيترونات موجبة الشحنة ($+1e^0$) .

- معادلة تحلل النيوترون :



- معادلة تحلل البروتون :



سؤال

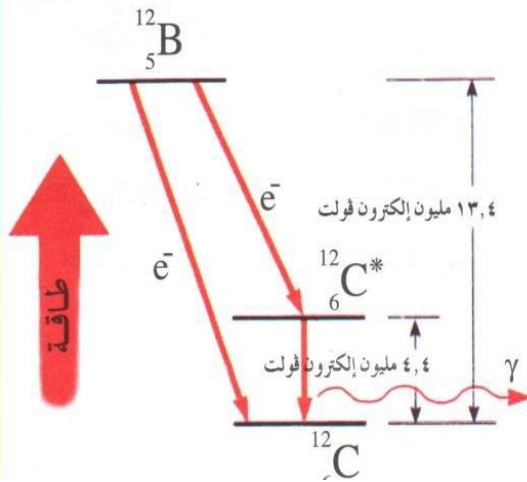
علل/انبعاث جسيمات بيتا من انوية بعض العناصر المشعة لها على الرغم ان الإلكترون ليس من مكونات النواة ؟

ملاحظة : البوزيترون مشابه للإلكترون في جميع الخصائص باستثناء الشحنة .

اطمحلل غاما (γ)

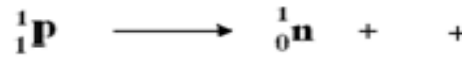
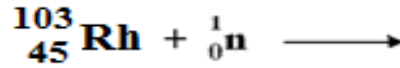
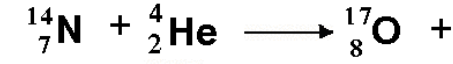
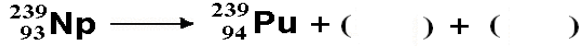
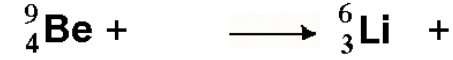
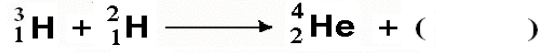
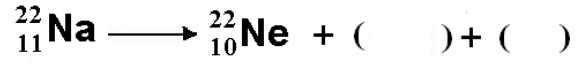
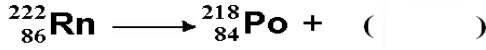
- ✓ أشعة غاما : موجات كهرومغناطيسية عالية التردد ذات طاقة عالية ليس لها شحنة ولا كتلة .
- ✓ النوى التي تشع اشعة غاما لا يحد اي تغير على شحنتها أو كتلتها .
- ✓ دائما اشعة غاما مرافقة لجسيمات الفا وبيتا .
- ✓ لاحظ الشكل الذي يبين انبعاث أشعة غاما .

بالاعتماد على الشكل نلاحظ :



سؤال

أكمل المعادلات التالية :



الأشعاع الطبيعي و الأشعاع الصناعي

• سلسلة الاضمحلال الاشعاعي الطبيعي :

سلسلة من التحولات تمر بها النواة قبل أن تصل إلى حالة الاستقرار حيث تضمحل نواة غير مستقرة إلى نواة جديدة أكثر استقراراً، وإذا كانت النواة الناتجة غير مستقرة اضمحلت مكونة نواة جديدة وهكذا .

• سلاسل الاضمحلال الطبيعي هي :

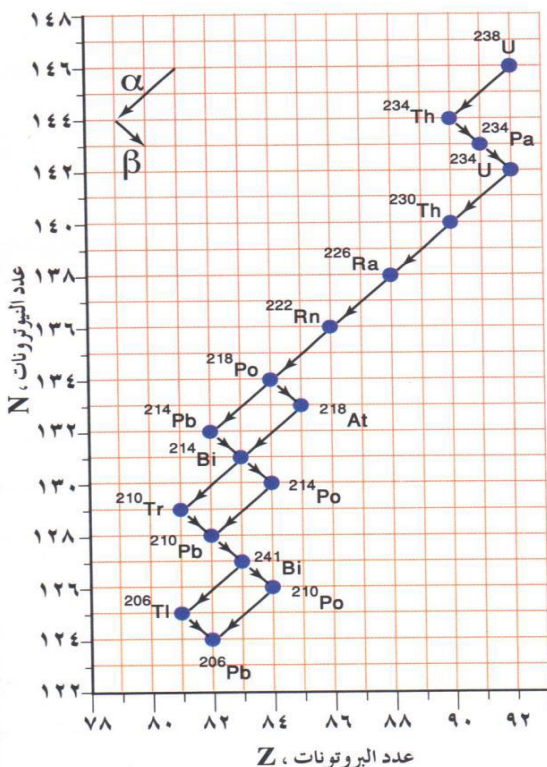
- (١) سلسلة اليورانيوم .
- (٢) سلسلة الثوريوم .
- (٣) سلسلة الأكتينيوم .

• الشكل المجاور يبين سلسلة اضمحلال اليورانيوم

تنتهي سلسلة اضمحلال اليورانيوم بالرصاص المستقر .

مثال في سلسلة اضمحلال اليورانيوم المجاورة احسب

عدد جسيمات الفا وبيتا المنبعثة ؟

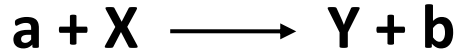


الفيزياء النووية

- الإشعاع الصناعي : الإشعاع المنبعث من نوى مشعة تم انتاجها في المفاعلات النووية .
- التفاعلات النووية : تفاعلات يتم فيها تغير خصائص النوى عن طريق قذفها بجسيمات صغيرة .

✓ يعبر عن التفاعل النووي بالمعادلة التالية :

حيث أن :



- طاقة التفاعل (Q) : تمثل التغير في الطاقة الذي يصاحب التفاعل .
- ✓ لحساب طاقة التفاعل :
- (١) بوحدة إلكترون فولت :

$$Q = \Delta \text{ك} \times 931,5 \text{ مليون إلكترون فولت} .$$



$\Delta \text{ك}$: كتلة النوى المتفاعلة - كتلة النوى الناتجة

(٢) بوحدة الجول :

$$Q = \Delta \text{ك} \times \text{س}^2 \quad \text{س}^2 : \text{سرعة الضوء} (3 \times 10^8)$$

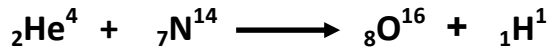


★ ملاحظة :

إذا كانت طاقة التفاعل موجبة كان التفاعل الحادث منتج للطاقة ، وإذا كانت طاقة التفاعل سالبة كان التفاعل ماص للطاقة (يحتاج طاقة حتى يحدث) .

مثال

احسب طاقة التفاعل في التفاعل النووي التالي :



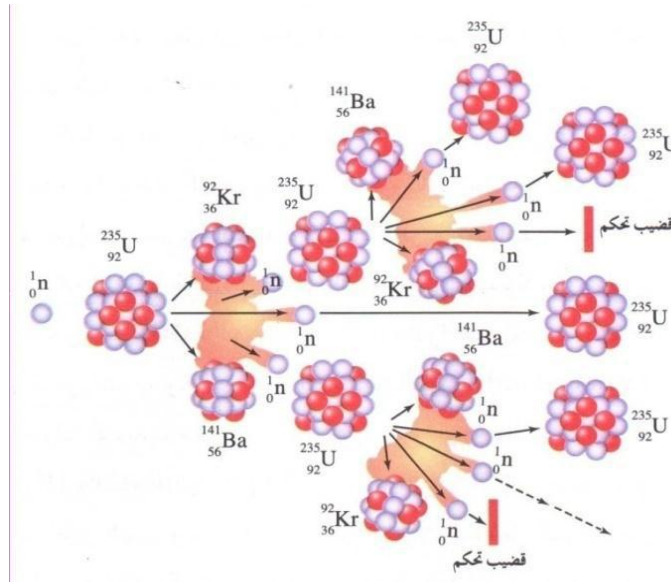
إذا علمت أن كتلة ${}_2\text{He}^4 = 4,0039$ و.ك.ذ. ، كتلة ${}_7\text{N}^{14} = 14,0075$ و.ك.ذ. ،
 كتلة ${}_8\text{O}^{16} = 16,0045$ و.ك.ذ. ، كتلة ${}_1\text{H}^1 = 1,0081$ و.ك.ذ. .

الانشطار النووي

- هو تفاعل نووي يتم فيه انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتين متقاربتين في الكتلة ويصاحب هذا الانقسام طاقة هائلة جداً .
- يتم الانشطار النووي بقصف نواة العنصر بنواة خفيفة وهذا يؤدي إلى حالة عدم استقرار فتتخلص النواة من الطاقة الزائدة بالانشطار (لاحظ الشكل) .



- نلاحظ من الشكل أنه تم قذف نواة ثقيلة وهي اليورانيوم بنواة خفيفة وهي النيوترون البطيء فانشطرت نواة اليورانيوم إلى نواتين متوسطتين هما الكربتون والباريوم ونتاج ٣ نيوترونات سريعة .
- التفاعل المتسلسل :
- هو التفاعل الذي يتم في عدة خطوات حيث ينتج عن انشطار اي نوية جسيمات (نيوترونات) حيث يعمل كل نيوترون على شطر نواة جديدة يتولد عنه طاقة هائلة متزايدة باستمرار وبشكل سريع .

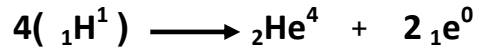


- المفاعل النووي :
- هو نظام يستخدم للسيطرة على التفاعل النووي والاستفادة من الطاقة النووية في أغراض سلمية .
- تخصيب اليورانيوم :
- عملية انتاج غاز يحتوي ${}_{92}^{235}\text{U}$ المستخدم في الاسلحة والمفاعلات النووية .
- الكتلة الحرجة :
- هي الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم حتى يستمر التفاعل المتسلسل وإذا قلت الكتلة عن الكتلة الحرجة سيتوقف التفاعل لتسرب النيوترونات من النواة الهدف .

- **التهدة :**
هي عملية ابطاء سرعة النيوترونات ، ويستخدم في عملية التهدة : (١) الماء العادي .
(٢) الماء الثقيل . (٣) الجرافيت .
- **التحكم :**
وهي التحكم في سرعة التفاعل المتسلسل .
يستخدم الكاديوميوم في التحكم في سرعة التفاعل .

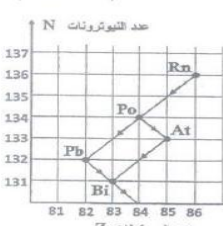
الاندماج النووي

- هو تفاعل نووي يتم فيه اندماج نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها اقل من مجموع كتلتيهما .
$${}_1^3\text{H} + {}_1^2\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$$
- المعادلة السابقة تمثل تفاعل اندماج نووي حيث انه عند اقتراب نواة التريتيوم والديتيريوم من بعضهما يزداد التنافر الكهربائي بينهما لذلك يتم رفع درجة حرارتهما بشكل كبير للتغلب على قوى التنافر بينهما ويتم احداث تفاعل انشطار نووي لرفع الحرارة وحصول الاندماج النووي ويسمى بالتفاعل النووي الحراري .
- ينتبأ العلماء بحدوث سلسلة تفاعل اندماج نووي في الشمس .
- التفاعل الحاصل في الشمس :



اسئلة سنوات سابقة

الرقم	السؤال								
١	احسب الطاقة اللازمة لفصل مكونات نواة ($^{14}_7\text{N}$) إذا علمت أن كتلة نواة ($^{14}_7\text{N}$) تساوي : (١٤,٠٠٧٥) و.ك.ذ. ، كتلة البروتون (١,٠٠٧٢) و.ك.ذ. ، كتلة النيوترون (١,٠٠٨٦) و.ك.ذ. (٥ علامات)								
٢	يمثل الشكل المجاور إشعاع نواة عنصر البورون ($^{12}_5\text{B}$) لجسيم بيتا بطريقتين للوصول إلى نواة الكربون ($^{12}_6\text{C}$) المستقرة، معتمداً على الشكل أجب عما يأتي : (٥ علامات) (١) اكتب معادلة موزونة لإشعاع ذرة البورون وتحولها مباشرة لنواة الكربون في الطريقة الأولى. (٢) فسر انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية. (٣) ما مقدار طاقة كل من (جسيم بيتا وأشعة غاما) في الطريقة الثانية ؟								
٣	مثلت إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي كالآتي : $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow ^{234}_{92}\text{U} \dots \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb}$ أولاً : ١- ما اسم السلسلة المبينة ؟ ٢- ما اسم الجهاز المستخدم للكشف عن الإشعاعات النووية ؟ ثانياً : احسب كلاً من : ١- عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الاضمحلالات رقم (١). ٢- الكتلة التقريبية لنواة العنصر (Pb) بوحدة الكتلة الذرية.								
٤	بالاستعانة بالبيانات المبينة في الجدول احسب كل من : (١) نصف قطر نواة Li . (٢) طاقة الربط النووية لنواة Li . <table border="1"> <tr> <th>النواة أو الجسيم</th><th>Li</th><th>n</th><th>H</th></tr> <tr> <td>الكتلة بوحدة (و.ك.ذ.)</td><td>٨,٠٠٢٦</td><td>١,٠٠٨٧</td><td>١,٠٠٧٣</td></tr> </table>	النواة أو الجسيم	Li	n	H	الكتلة بوحدة (و.ك.ذ.)	٨,٠٠٢٦	١,٠٠٨٧	١,٠٠٧٣
النواة أو الجسيم	Li	n	H						
الكتلة بوحدة (و.ك.ذ.)	٨,٠٠٢٦	١,٠٠٨٧	١,٠٠٧٣						
٥	انقل إلى دفتر إجابتك المعادلات النووية الآتية وأكملها موزونة، مستخدماً الرموز الفيزيائية الصحيحة. $4 \left(^1_1\text{H} \right) \longrightarrow ^4_2\text{He} + \dots$ $^{14}_6\text{C} \longrightarrow ^{14}_7\text{N} + \dots + \dots$								

٦	يمكن التعبير عن تفاعل الاندماج النووي بالمعادلة : ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ (١) لماذا سمّي هذا التفاعل بالتفاعل النووي الحراري؟ (٢) احسب طاقة الربط النووية لنواة ${}^4_2\text{He}$ بوحدة (و.ك.ذ.). ك ${}^4_2\text{He} = 4,0039$ و.ك.ذ.	
٧	احسب مقدار الطاقة التي يجب أن تزود بها نواة عنصر الديتريوم (${}^2_1\text{H}$) لفصل مكوناتها، علماً بأن: ك نواة (${}^2_1\text{H}$) = ٢,٠١٤١ و.ك.ذ. / ك بروتون = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ. / ك نيوترون = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ.	
٨	احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة ${}^8_3\text{Li}$. (ك ${}^8_3\text{Li} = 8,٠٠٢٦$ و.ك.ذ. ، ك ${}_n = 1,٠٠٨٧$ و.ك.ذ. ، ك $_p = 1,٠٠٧٣$ و.ك.ذ.)	
٩	يبيّن الشكل المجاور جزءاً من سلسلة الاضمحلال الإشعاعي لليورانيوم (٢٣٨)، معتمداً على الشكل: ١- ما عدد جسيمات ألفا وبيتا المنبعثة من اضمحلال Rn إلى Bi ؟ ٢- مثل اضمحلال الرصاص Pb بمعادلة نووية موزونة. ٣- اكتب اثنين من المبادئ التي يخضع لها الاضمحلال الإشعاعي.	
١٠	في تفاعل نووي إذا كان مقدار طاقة التفاعل $Q = (-2,٦٤)$ مليون إلكترون فولت، ماذا تعني الإشارة السالبة في المقدار؟	
١١	اذكر ثلاثاً من المبادئ التي يخضع لها التفاعل النووي الآتي :	
١٢	طاقة التفاعل النووي $(Q) = -2,٦٤$ مليون إلكترون فولت. علام تدل الإشارة السالبة	
١٣	أعط فائدة واحدة لكل من : (١) طاقة الربط النووية. (٢) المادة المهدنة في المفاعل النووي. (٣) الكتلة الحرجة. (٤) تخصيب اليورانيوم.	
١٤	استخدام الماء العادي (H_2O) في المفاعل النووي. فسر	
١٥	ما التغير الذي يحدث على كل من (العدد الذري a) و (العدد الكتلي b) لنواة ${}_a^b\text{X}$ غير المستقرة إذا : (١) أطلقت بديقة ألفا. (٢) بعثت أشعة غاما.	
١٦	علل: خروج جسيمات بيتا (البوزترونات) من النواة على الرغم من عدم احتواء النواة لها.	

علل : لإحداث الاندماج النووي لا بد من رفع درجة حرارة النوى الداخلة في تفاعل الاندماج.

الاجابة النموذجية

الرقم	السؤال
١	الطاقة اللازمة لفصل النيوترون عن طاقة الربط النووية طبر = $931 \times \Delta$ مليون إلكترون فولت ① $\Delta = (3 \text{ لى} + 3 \text{ لى} - 6 \text{ لى}) = 6 \text{ لى}$ ② $\Delta = (1.00867 \times 3 + 1.00867 \times 3 - 2.01743) = 0.00971$ ③ $= 9.031 \times 931 = 8407.661$ ④ طبر = (931×9.031) مليون إلكترون فولت.
٢	١- $^{12}_6\text{B} \rightarrow ^{12}_5\text{C} + e^-$ ① ٢- في التفاعل الثاني، تكون النواة غير مستقرة (لها الطاقة) ① طاقة زائدة، فتتحول بامتصاص غاما إلى مستوى مستقر ② ٣- طاقة بيتا $(\beta^-) = 13.6 - 6.6 = 7.0$ ③ طاقة غاما $(\gamma) = 13.6$ مليون إلكترون فولت ④
٣	أولاً: ١- سلسلة اليورانيوم ① ٢- عدد غايغ ② ثانياً: ١- $^{234}_{92}\text{U} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + 8\alpha + 6\beta^-$ ③ حاصل α: $8 \times 4 = 32$ ④ حاصل β^-: $6 \times 1 = 6$ ⑤ ٢- الكتلة النسبية = المصدر الكتلي $\times$ كتلة النوية ⑥ $8 \times 4 = 32$ ⑦ $6 \times 1 = 6$ ⑧ إذ كانت الكتلة النسبية = $32 + 6 = 38$ ⑨ ٣- الكتلة النسبية = $38 \times 931 = 35378$ ⑩

الفيزياء النووية

٩	١- عدد الجسيمات : (٥) ألفا + (١) بيتا $^{214}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{214}_{83}\text{Bi} + ^{-1}_0\beta + \bar{\nu}$ ٣- اثنى عشر مما يأتي :- حفظ (الطاقة - الكتلة) حفظ الزخم حفظ العدد الكتلي حفظ العدد الذري (الشحنة)
١٠	الإشارة إلى البنية تضيء ان التفاعل ما من الطاقة أو يتطلب طاقة ٣٨١
١١	١- مبدأ حفظ العدد الذري ٣- مبدأ حفظ (الكتلة - الطاقة) ٤- مبدأ حفظ الزخم ٣- علامان لا يرا ثلون احابان صمم
١٢	ان التفاعل يتطلب طاقة او يحرر لمجموع التفاعل ان تكون الطاقة الحركية للنتيجة أكبر من ٣٧
١٣	١- تتحلل مكونات النواة ٢- ابطاء سرعة النيوترونات ٣- الامتصاصات تفاعلات مع ٤- مشتاق غادره ويوجد في أو زياده تركيز ٢٣٥ ٩٢
١٤	لا يلزم سرعة النيوترونات
١٥	١- يقل عددها الذرية بمقدار (٤) وعددها الكتلي بمقدار (٤) ٢- لا يحون لها شيء (علامتان) ٣١ ٣٥
١٦	١- لانه البوزيترونه نتاج تحلل احد البروتونات الى نيوترونه و بوزيترونه بحيث يبعث البوزيترونه ويصح لنيوترونه داخل النواة