الوحدة:02 (فيزياء)

ملخص التحولات النووية

الأستاذ: بوية عبد الحميد

البنية النووية: $r = r_0 \sqrt[3]{A}$ $A = (r / r_0)^3$ حيث r نصف قطر النواة المتكونة من A نوية

حيث $r_0 = 1{,}3 \times 10^{-15} m$ نصف قطر البروتون .

النظائر: هي أنوية لذرات نفس العنصر لها نفس الخواص الكيميائية ولها نفس عدد البروتونات وتختلف في عدد النيترونات $_Z^{A1}X$, $_Z^{A2}X$ مثل نظائر الفحم : $_6^{12}C$, $_6^{13}C$, $_6^{14}C$

النشاط الإشعاعي: ظاهرة عفوية (تلقائية) لتفاعل نووي تقوم أثنائه نواة مشعة تدعى النواة الأم بالانقسام لتعطي نواة أخرى تدعى النواة البنت وإصدار جسيمات على شكل إشعاعات تدعى : α ، β ، γ

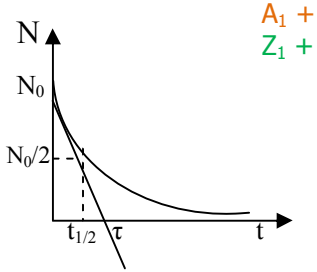
الإشعاع	طبيعته	مصدر الإشعاع	الأنوية التي تعطي الإشعاع	معادلة التفكك
α	نواة هيليوم $_2^4He$	النواة المشعة	الثقيلة جدا	$_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4He$
β^+	بوزيتون $_{+1}^0e$	تحول بروتون إلى نيترون $_{+1}^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e$	Z > N	$_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_1^0e$
β^-	إلكترون $_{-1}^0e$	تحول نيترون إلى بروتون $_0^1n \rightarrow {}_{+1}^1p + {}_{-1}^0e$	N > Z	$_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e$
γ	كهرومغناطي $_0^0\gamma$	يتبع إشعاع β^- أو β^+	تحول الأنوية في حالة مثارة إلى أنوية اقل طاقة	$_Z^AX^* \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^0\gamma$

قانونا الانحفاظ (صودي): خلال كل تفاعل نووي يتحقق انحفاظ العدد الكتلي وكذلك انحفاظ العدد الشحني

$$_{Z_1}^{A_1}X_1 + {}_{Z_2}^{A_2}X_2 \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}X_3 + {}_{Z_4}^{A_4}X_4$$

قانون انحفاظ العدد الكتلـــي A : $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$

قانون انحفاظ العدد الشحني Z : $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$



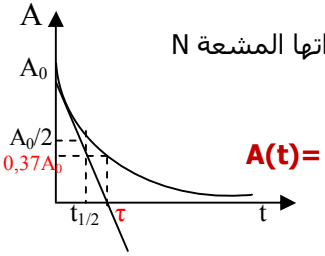
قانون التناقص الإشعاعي $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

حيث N عدد الأنوية المشعة المتبقية في اللحظة (t) .

N_0 عدد الأنوية المشعة الابتدائية (t=0)

حيث $N_0 = (m_0/M)N_A$, $N_0 = m_0/m_{(نواة)}$

λ ثابت التفكك الإشعاعي يتعلق بطبيعة النواة وحدته s^{-1}



النشاط الإشعاعي A: يعرف النشاط الإشعاعي A لعينة عدد ذراتها المشعة N بعدد التفككات الناتجة في الثانية الواحدة

يقاس بوحدة تسمى البكريل Bq (يمثل تفككا واحدا في الثانية)

$A(t) = -dN(t)/dt$ $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

$A(t) = \lambda N(t)$

$A_0 = \lambda N_0$

زمن عمر النصف : هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية ا الابتدائية الموجودة في العينة المشعة:

$t = t_{1/2} \rightarrow (N(t_{1/2}) = N_0/2)$

رمزه $t_{1/2}$. وهو المدة التي يتناقص فيها النشاط الإشعاعي إلى النصف

$t = t_{1/2} \rightarrow A(t_{1/2}) = A_0/2$

يسمح بتصنيف النشاط الإشعاعي في العينة .(فهو من جزء من الثانية إلى ملايين السنين)

ثابت الزمن τ : ثابت يميز النواة وحدته s. وهو الزمن المتوسط لعمر نواة مشعة

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad / \quad N(\tau) = 0{,}37\ N_0$$

$t_{1/2} = \ln 2/\lambda$, $t_{1/2} = \tau \ln 2$

أستاذ العلوم الفيزيائية
بويــة عبـد الحميــد
ثانوية فاطمة الزهراء

التفاعلات النووية :

ا - التفاعلات المفتعلة (التفاعلات الاصطناعية) :

يمكن افتعال تفاعلات نووية بقذف نواة بجسيم ألفا أو بنواة أخرى فتتشكل نواة أخرى ويرافق ذلك إصدار جسيم أخر

$_{Z1}^{A1}X_1 + {}_{Z2}^{A2}X_2 \rightarrow {}_{Z3}^{A3}Y_3 + {}_{Z4}^{A4}Y_4$

ب- الانشطار النووي: هو تفاعل نووي مفتعل ناتج عن انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين اخف بعد قذفها بنيترون .يمكن أن يكون متسلسل ويحرر طاقة .

$_{Z1}^{A1}X_1 + {}_0^1n \rightarrow {}_{Z2}^{A2}Y_2 + {}_{Z3}^{A3}Y_3 + x\ {}_0^1n$

جـ- الاندماج النووي: هو اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل يحدث في النجوم و الشمس

مثل : $_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$

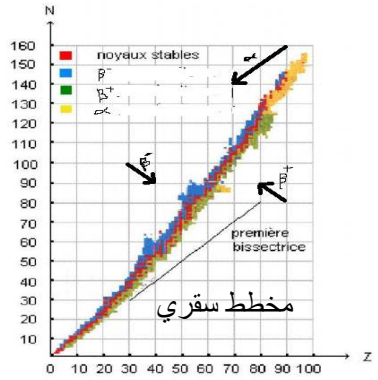
الطاقة المحررة من تفاعل نووي : E_{lib} ناتج من ضياع الكتلة خلال التفاعل . $E_{lib} = |\Delta m| . c^2$

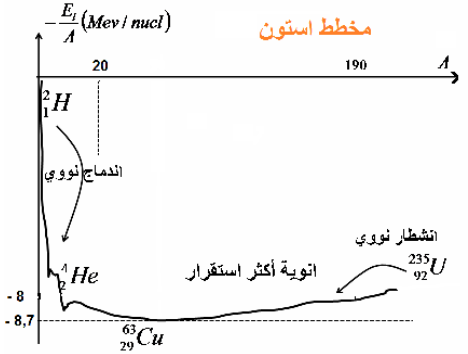
$\Delta m = m(نواتج) - m(متفاعلات)$

طاقة الربط النووي: E_l هي الطاقة الواجب تقديمها لنواة الذرة الساكنة لتفكيكها إلى مكوناتها المعزولة والساكنة . وهي طاقة تماسك النواة : $E_L = \Delta m . c^2$

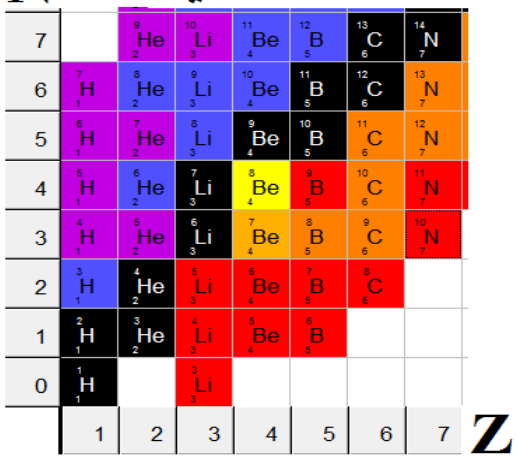
حيث $\Delta m = [Z.m_p + (A-Z)m_n] - m_{نواة} = m_{نويات} - m_{نواة}$

طاقة الربط لكل نوية : E_L/A و هي الطاقة المتوسطة اللازمة لنزع نيكليون واحد من النواة وحدتها : Mev/nucléon (طاقة الربط لكل نوية اكبر يعني أكثر استقرارا واقل نشاط)





مخطط سقري



التفكك التلقائي

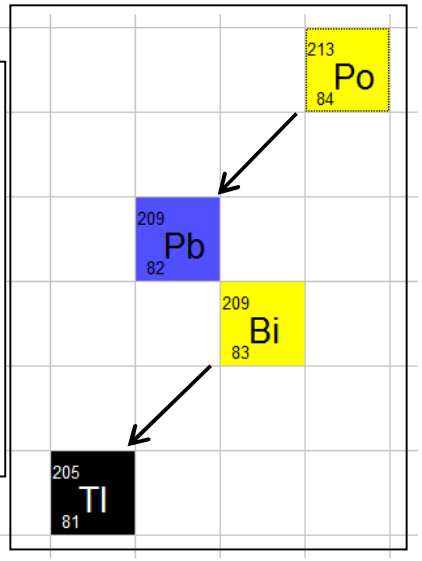
أستاذ العلوم الفيزيائية
بويـة عبد الحميـد
ثانوية فاطمة الزهراء

$$^{213}_{84}Po \rightarrow ^{209}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$$

$$^{209}_{82}Pb \rightarrow ^{209}_{83}Bi + ^{0}_{-1}e$$

$$^{209}_{83}Bi \rightarrow ^{205}_{81}Tl + ^{4}_{2}He$$

$$^{213}_{84}Po \rightarrow ^{205}_{81}Tl + 2\,^{4}_{2}He + ^{0}_{-1}e$$

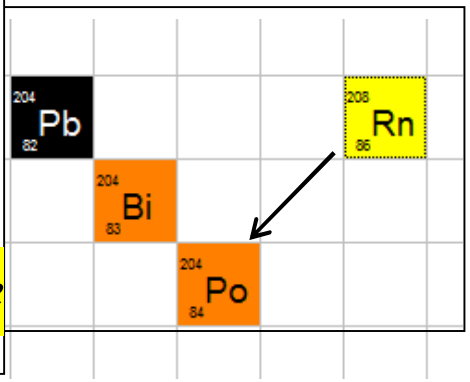


$$^{208}_{86}Rn \rightarrow ^{204}_{84}Po + ^{4}_{2}He$$

$$^{204}_{84}Po \rightarrow ^{204}_{83}Bi + ^{0}_{+1}e$$

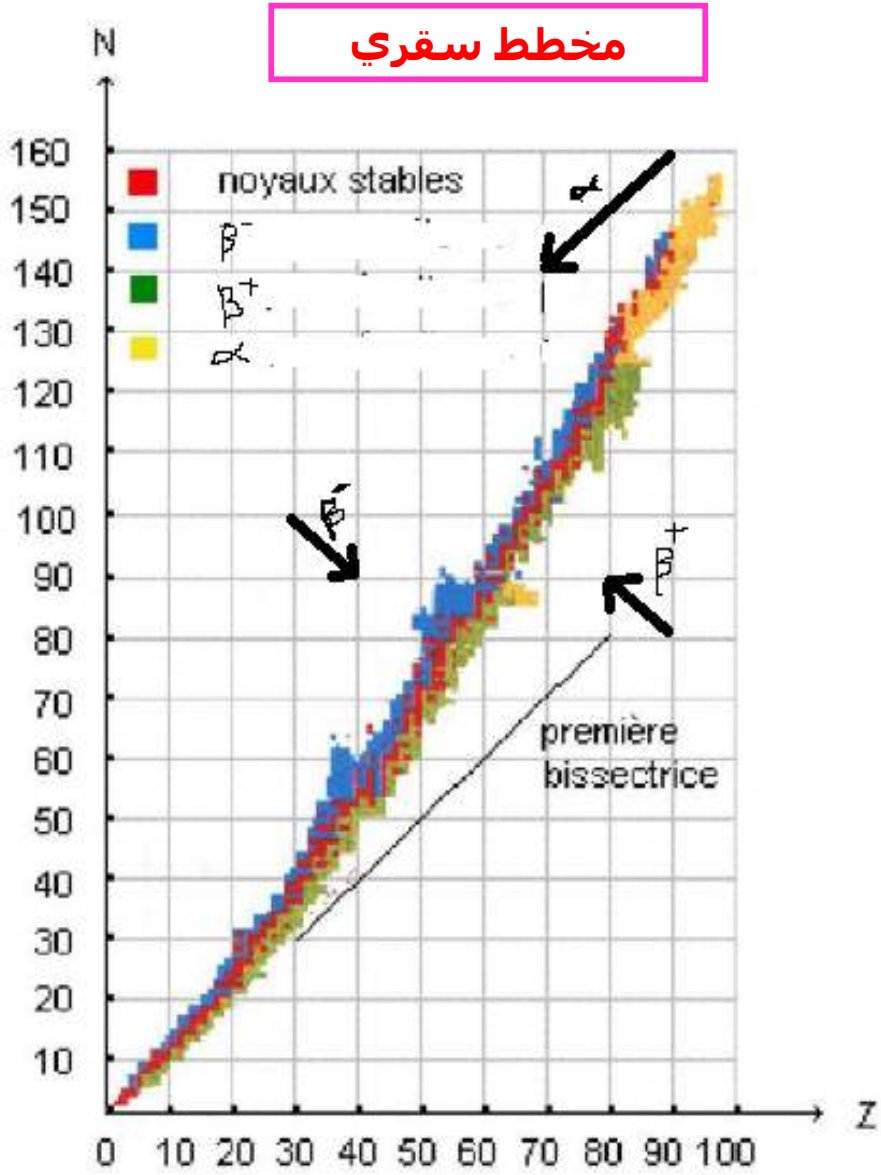
$$^{204}_{83}Bi \rightarrow ^{204}_{82}Pb + ^{0}_{+1}e$$

$$^{208}_{86}Rn \rightarrow ^{204}_{82}Pb + ^{4}_{2}He + 2\,^{0}_{+1}e$$



بكالوريا 2021

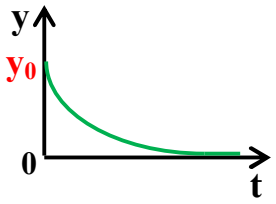
مخطط سقري



أستاذ العلوم الفيزيائية
بويـة عبد الحميـد
ثانوية فاطمة الزهراء

المعادلات التفاضلية والدوال الآسية

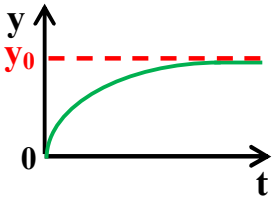
المعادلات التفاضلية من الرتبة الأولي :



م ت بطرف واحد : من الشكل : $\frac{dy}{dx}+Ay=0$

حلها دالة آسية متناقصة من الشكل :

$y(t)=\alpha\cdot e^{-\beta t}$ أو $y(t)=y_0e^{-At}$



م ت بطرف واحد : من الشكل : $\frac{dy}{dx}+Ay=B$

حلها دالة آسية متزايدة من الشكل :

$y(t)=\alpha\cdot e^{-\lambda t}+\beta$ أو $y(t)=\frac{B}{A}(1-e^{-At})$

المشتق بالنسبة للزمن :

$$y=a\cdot e^{bt}\rightarrow\frac{dy}{dt}=abe^{bt}$$

بعض خواص اللوغريتم النيبري (Ln) :

$Ln(A\cdot B)=LnA+LnB$ $\quad Ln(\frac{A}{B})=LnA-LnB$ $\quad Ln\frac{1}{A}=-LnA$

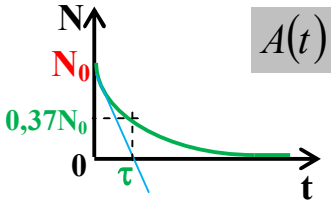
$Ln1=0$ $\quad e^{-\infty}=0$ $\quad e^{0}=1$

$Lne^{x}=x$ $\quad e^{x}=2\rightarrow x=Ln2$

أستاذ العلوم الفيزيائية
بويـة عبد الحميـد
ثانوية فاطمة الزهراء

إثبات بعض العلاقات

$A(t)=-\frac{dN(t)}{dt}$ / $N(t)=N_0e^{-\lambda t}$

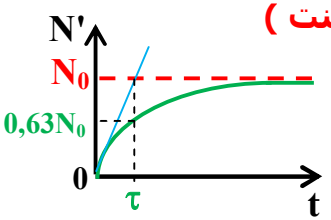


$A(t)=-N_0(-\lambda)e^{-\lambda t}=\lambda\cdot N_0e^{-\lambda t}$

$A(t)=\lambda\cdot N(t)\rightarrow A_0=\lambda\cdot N_0$

$A(t)=A_0e^{-\lambda t}$

عبارة عدد الأنوية المتفككة (البنت)



$N'(t)=N_0-N(t)=N_0-N_0e^{-\lambda t}$

$N'(t)=N_0(1-e^{-\lambda t})$

علاقة $t_{1/2}$ بـ λ أو τ

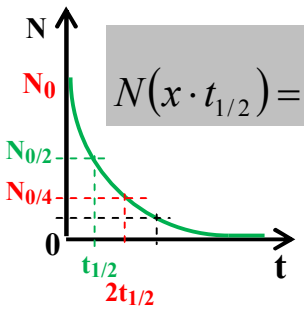
$N(t)=N_0e^{-\lambda t}$ / $t=t_{1/2}\rightarrow N=\frac{N_0}{2}$

$$\frac{N_0}{2}=N_0e^{-\lambda t_{1/2}}\rightarrow\frac{1}{2}=e^{-\lambda t_{1/2}}\rightarrow -Ln2=-\lambda\cdot t_{1/2}$$

$$Ln2=\lambda\cdot t_{1/2}\rightarrow t_{1/2}=\frac{Ln2}{\lambda}=\tau\cdot Ln2$$

عبارة عدد الأنوية عند $t=x\,t_{1/2}$

$N(t)=N_0e^{-\lambda t}$



$$N(x\cdot t_{1/2})=N_0e^{-\frac{Ln2}{t_{1/2}}(x\cdot t_{1/2})}=N_0e^{-xLn2}=N_0e^{Ln2^{-x}}=N_02^{-x}$$

$N(x\cdot t_{1/2})=\frac{N_0}{2^x}$

أستاذ العلوم الفيزيائية
بويـة عبد الحميـد
ثانوية فاطمة الزهراء

$$1u = 1{,}66 \times 10^{-27} kg$$

$$1\ Mev = 1{,}6 \times 10^{-13}\ j$$

المكافئ الطاقوي لـ 1u

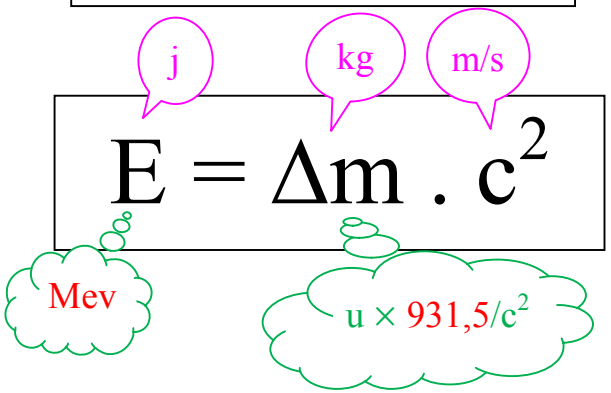
$$E = \Delta m . c^2 = 1u \times c^2$$

$$E = 1{,}66 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 = 1{,}49 \times 10^{-10} j$$

$$E = 1{,}49 \times 10^{-10} \div 1{,}6 \times 10^{-13} = 931{,}5 Mev$$

$$1u \times c^2 = 931{,}5 Mev$$

$$1u = 931{,}5 Mev/c^2$$



مثال :

- عين طاقة الربط النووي لنواة الليثيوم : $_3^6Li$

معطيات :

m(n)= 1,00867 u ; m(p)=1,00728 u

m($_3^6Li$)= (6,01347 u)

$$E_l\left(_3^6Li\right) = \Delta m \cdot c^2$$

لدينا : $\Delta m = [\ m_{(\text{نويات})} - m_{(\text{نواة})}\ ]$

$$\Delta m = \left[Z m_p + (A - Z) m_n - m(_Z^A X)\right]$$

$$\Delta m = 3(1{,}00728) + 3(1{,}00867) - 6{,}01347$$

$$\Delta m = 0{,}03438u = 0{,}03438 \times 1{,}66 \times 10^{-27}$$

$$\Delta m = 5{,}71 \times 10^{-29} kg$$

الطريقة 01: بالجول ثم بـ Mev

$$E_l\left(_3^6Li\right) = 5{,}71 \times 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 = 5{,}13 \times 10^{-12}\ j$$

$$E_l\left(_3^6Li\right) = 5{,}13 \times 10^{-12}\ j$$

$$E_l\left(_3^6Li\right) = 5{,}13 \times 10^{-12} \div (1{,}6 \times 10^{-13}) = 32{,}1 Mev$$

$$E_l\left(_3^6Li\right) = 32{,}1 Mev$$

الطريقة 02: بـ Mev ثم بـ بالجول

$$E_l\left(_3^6Li\right) = 0{,}03438 \times \frac{931{,}5}{c^2} \times c^2 = 32{,}02 Mev$$

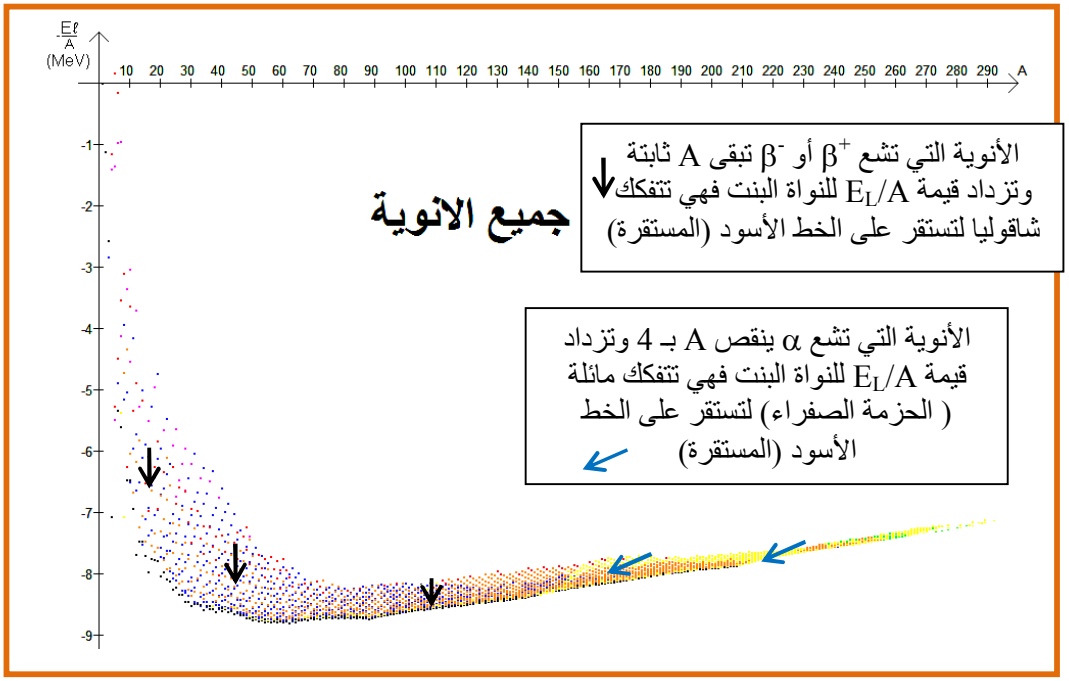
$$E_l\left(_3^6Li\right) = 32{,}02 Mev$$

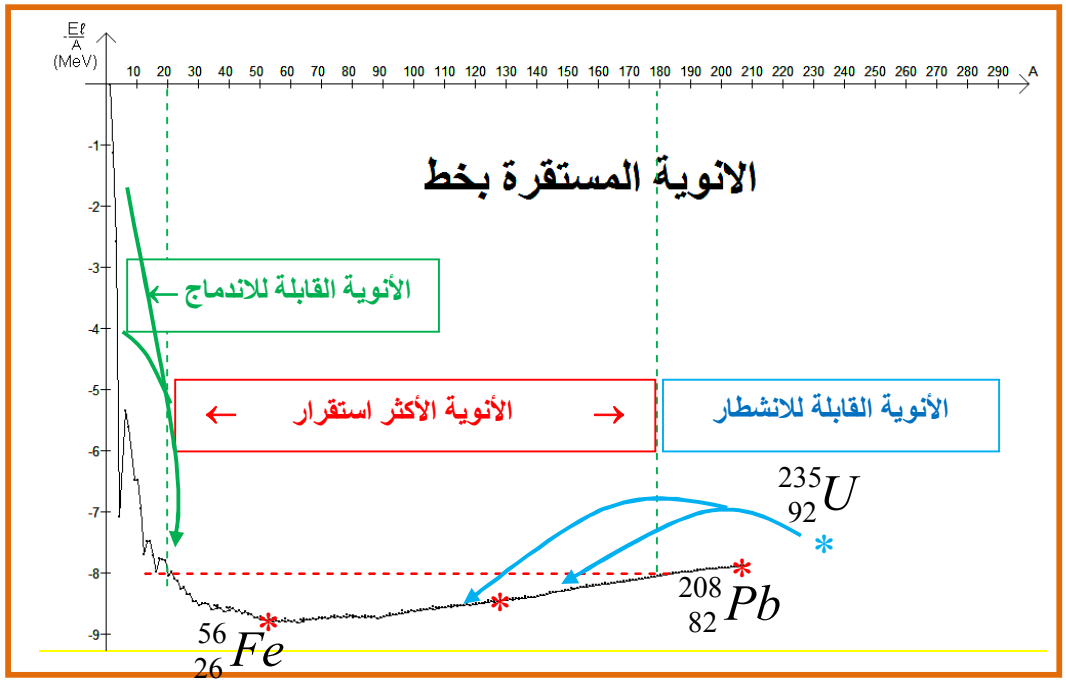
$$E_l\left(_3^6Li\right) = 32{,}02 \times 1{,}6 \times 10^{-13} = 5{,}12 \times 10^{-12}\ j$$

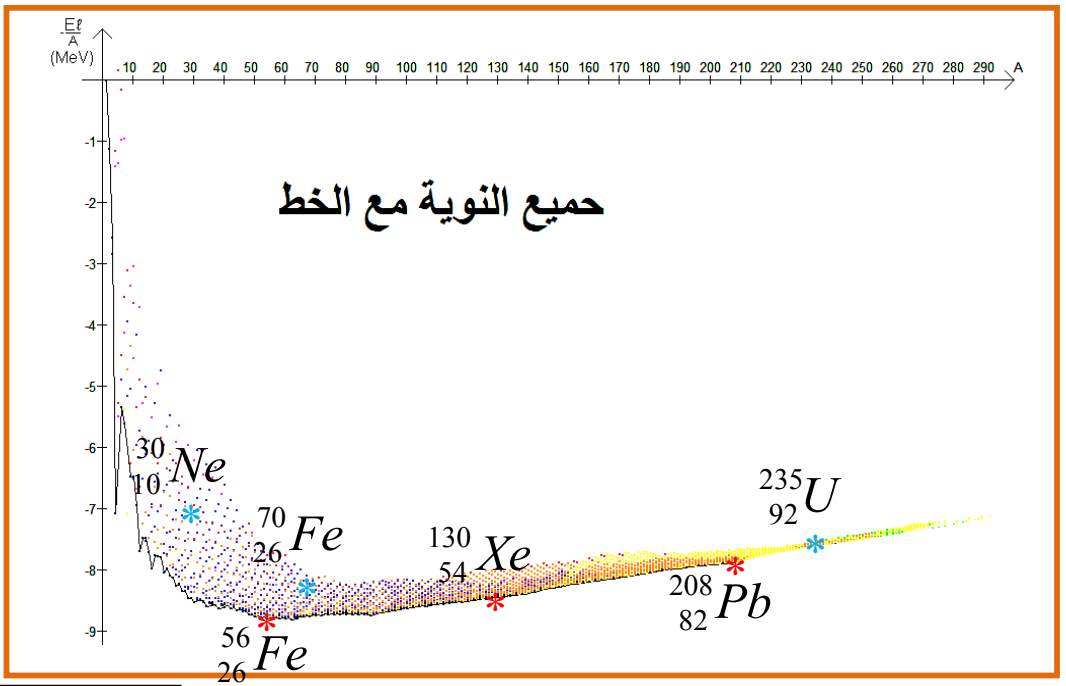
$$E_l\left(_3^6Li\right) = 5{,}12 \times 10^{-12}\ j$$

أستاذ العلوم الفيزيائية
بويـة عبد الحميـد
ثانوية فاطمة الزهراء

$\frac{El}{A}$ (MeV)
A
الانوية المستقرة
أستاذ العلوم الفيزيائية
بويـة عبد الحميـد
ثانوية فاطمة الزهراء


$\frac{El}{A}$ (MeV)
A
جميع الانوية
الأنوية التي تشع β^+ أو β^- تبقى A ثابتة وتزداد قيمة E_L/A للنواة البنت فهي تتفكك شاقوليا لتستقر على الخط الأسود (المستقرة)
الأنوية التي تشع α ينقص A بـ 4 وتزداد قيمة E_L/A للنواة البنت فهي تتفكك مائلة (الحزمة الصفراء) لتستقر على الخط الأسود (المستقرة)


$\frac{El}{A}$ (MeV)
A
الانوية المستقرة بخط
الأنوية القابلة للاندماج
الأنوية الأكثر استقرار
الأنوية القابلة للانشطار
$^{235}_{92}U$
$^{208}_{82}Pb$
$^{56}_{26}Fe$


$\frac{El}{A}$ (MeV)
A
حميع النوية مع الخط
$^{30}_{10}Ne$
$^{70}_{26}Fe$
$^{130}_{54}Xe$
$^{235}_{92}U$
$^{208}_{82}Pb$
$^{56}_{26}Fe$

مخطط أ ستون