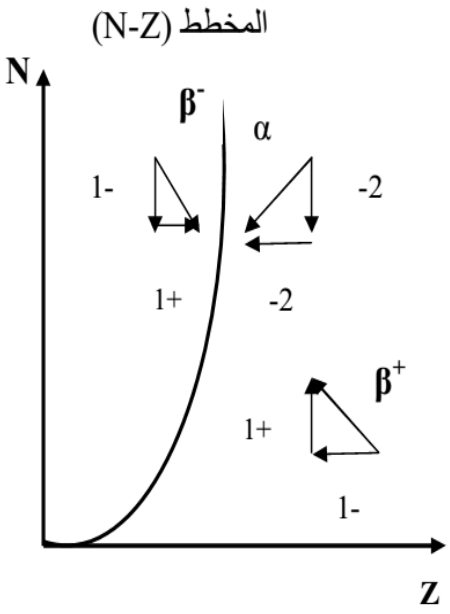
الوحدة 02: التحولات النووية

- تذكير:

رمز النواة	$^{A}_{Z}X$ $A = N + Z$	A	العدد الكتلي (عدد النكليونات أو النويات (بروتونات + نيترونات)).
		Z	العدد الذري أو العدد الشحني (عدد البروتونات).
		N	عدد النيترونات
النظائر	$^{A'}_{Z'}X$, $^{A}_{Z}X$	هي ذرات لها نفس العدد الذري وتختلف عن بعضها في العدد الكتلي وبالتالي في عدد النيترونات.	

معادلة تفاعل نووي (قانون سودي Soddy) $^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 = {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$	
إنحفاظ عدد النويات A	$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$
إنحفاظ عدد الشحنة Z	$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$

	النشاط الاشعاعي	معادلة التحول النووي	
النشاط الاشعاعي α	يميز الأنوية الثقيلة $A > 200$ وينتج عنه إصدار نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$	$^{A}_{Z}X = {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha$	$^{A}_{Z}X = {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$
النشاط الاشعاعي β^-	يميز الأنوية الغنية بالنيترونات وينتج عنه انبعاث إلكترون $^{0}_{-1}e$	$^{1}_{0}N = {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e$	$^{A}_{Z}X = {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$
النشاط الاشعاعي β^+	يميز الأنوية الغنية بالبروتونات وينتج عنه انبعاث البوزيترون $^{0}_{+1}e$	$^{1}_{1}P = {}^{1}_{0}N + {}^{0}_{+1}e$	$^{A}_{Z}X = {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$
النشاط الاشعاعي γ	هو إشعاع غير مشحون ذو طبيعة كهرومغناطيسية وينتج عنه إنتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل طاقة		$^{A}_{Z}X^* = {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma$



التناقص الاشعاعي $N(t)$		
$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$	N(t)	عدد الأنوية المتبقية في اللحظة t
	N_0	عدد الأنوية الإبتدائية في اللحظة t =0
$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$	m(t)	كتلة العينة المتبقية في اللحظة t
	m_0	كتلة العينة الإبتدائية في اللحظة t =0
$n(t) = n_0 e^{-\lambda t}$	n(t)	كمية المادة المتبقية في اللحظة t
	n_0	كمية المادة الإبتدائية في اللحظة t =0
$N'(t) = N_0(1 - e^{-\lambda t})$	N'(t)	عدد الأنوية المختفية
$m'(t) = m_0(1 - e^{-\lambda t})$	m'(t)	كتلة العينة المختفية
$n'(t) = n_0(1 - e^{-\lambda t})$	n'(t)	كمية المادة المختفية
$n = \frac{N}{N_A}$	N	عدد الدقائق أوالذرات أو النويات .....
	N_A	عدد أفوغادرو 6.023×10^{23}

النشاط الاشعاعي $A(t)$			
تعريف النشاط الإشعاعي $A(t)$	النشاط الإشعاعي لعينة مشعة هو عدد التفككات التي تحدث في الثانية الواحدة. و يقدر بالبكريل (Bq)		
$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$	$A(t) = \lambda N(t)$	A(t)	نشاط العينة في اللحظة t
	$A_0 = \lambda N_0$	A_0	نشاط العينة الإبتدائي في اللحظة t =0
$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Longrightarrow A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \Longrightarrow A(t) = \lambda N(t)$			

الوحدة 02: التحولات النووية

	تعريف	القانون	الوحدة
ثابت النشاط الاشعاعي أو ثابت التفكك λ	يتعلق بطبيعة النواة ولا يتعلق بالزمن.	$\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}} = \frac{1}{\tau}$	مقلوب الثانية S^{-1}
زمن نصف العمر $t_{1/2}$	هو الزمن اللازم لتفكك نصف العدد المتوسط $\frac{N_0}{2}$ للأنوية المشعة	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.69}{\lambda} = \tau . ln2$	الثانية S
ثابت الزمن τ	هو الزمن المتوسط لعمر النواة علما أن بعض الأنوية تضمحل في مدة زمنية طويلة وأخرى في مدة زمنية قصيرة.	$\tau = \frac{1}{\lambda} = 1.45 \times t_{1/2}$	الثانية S
	ملاحظة: هندسيا يمثل τ تقاطع مماس البيان $N = f(t)$ عنداللحظة $t = 0$ مع محور الأزمنة (الشكل المقابل)		

$t = 0 \rightarrow N = N_0$

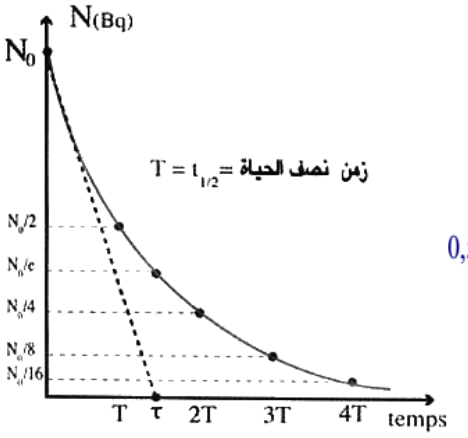
$t = t_1 = t_{1/2} \rightarrow N = N_1 = \frac{N_0}{2}$

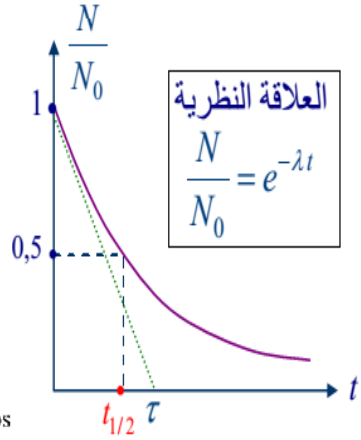
$t = t_2 = 2t_{1/2} \rightarrow N = N_2 = \frac{N_1}{2} = \frac{N_0}{2^2}$

$t = t_3 = 3t_{1/2} \rightarrow N = N_3 = \frac{N_2}{2} = \frac{N_0}{2^3}$

...

$t = t_n = nt_{1/2} \rightarrow N = N_n = \frac{N_0}{2^n}$





إستعمال النشاط الإشعاعي في التأريخ

البرهان

$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow ln\frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t \Rightarrow -ln\frac{A_0}{A(t)} = -\lambda t$

$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow ln\frac{N(t)}{N_0} = -\lambda t \Rightarrow -ln\frac{N_0}{N(t)} = -\lambda t$ أو

النتيجة

$t = \frac{1}{\lambda} . ln\frac{N_0}{N} = \frac{t_{1/2}}{ln2} . ln\frac{N_0}{N}$

$t = \frac{1}{\lambda} . ln\frac{A_0}{A} = \frac{t_{1/2}}{ln2} . ln\frac{A_0}{A}$

التوازن القرني (خاص بالشعب الرياضية)

تعريف	$A \rightarrow B \rightarrow C$	تتفكك نواة **A** وفي نفس الوقت تتفكك نواة **B** .
القانون	$\lambda_A N_A(t) = \lambda_B N_B(t)$	$\Rightarrow \quad A_A(t) = A_B(t)$

الطاقة النووية

وحدة الكتل الذرية u

تعرف وحدة الكتل الذرية على أنها $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون **12** والتي نعتبرها m_C ويكون :

$1u = \frac{1}{12} m_C = \frac{1}{12} \cdot \frac{M_C}{N_A} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{N_A} = \frac{1}{6.023 \times 10^{23}} = 1.67 \times 10^{-27} kg$

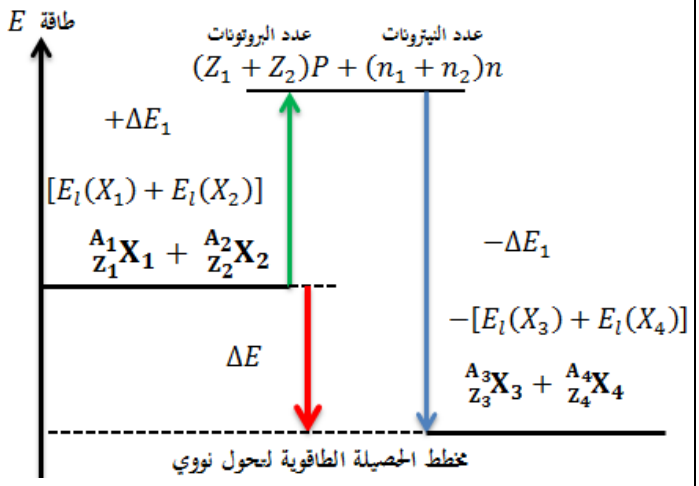
وحدة الطاقة $(Jeul)$	$1ev = 1.6 \times 10^{-19} Jeul$	$1\ Mev = 1.6x10^{-13}\ Jeul$	$1\ Mev = 10^6\ ev$
تكافؤ كتلة – طاقة	$1u \Leftrightarrow 931.5\ Mev/C^2$		

	تعريف	القانون		الوحدة
طاقة الكتلة (علاقة أنشتاين)	$E_0 = mC^2$ $C = 3.10^8 \text{m.s}^{-1}$	طاقة الكتلة	E_0	$Jeul(J)$
		الكتلة	m	kg
		سرعة الضوء في الفراغ	C	$m.s^{-1}$
النقص الكتلي	$\Delta m = [Z.m_p + (A-Z)m_n] - m(X)$	كتلة البروتون $m_p = 1.00728u$	m_p	
		كتلة النيترون $m_n = 1.00866u$	m_n	
		كتلة النواة	m(x)	
طاقة التماسك (طاقة الربط)	$E_{libirée} = \Delta mC^2 = [Z.m_p + (A-Z)m_n - m(X)] \times C^2$			
طاقة التماسك لكل نيكليون	$\frac{E_{lib}}{A} = \frac{\Delta mC^2}{A} = \frac{[Z.m_p + (A-Z)m_n - m(X)] \times C^2}{A}$			
استقرار الأنوية	$\frac{E_{lib}}{A} > 0$ كلما كانت هذه النسبة أكبر ⇔ كانت النواة أكثر استقرار (نواة الابن أكثر استقرار من النواة المتفككة).			

طاقة المحررة في تفاعل نووي $^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 = {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

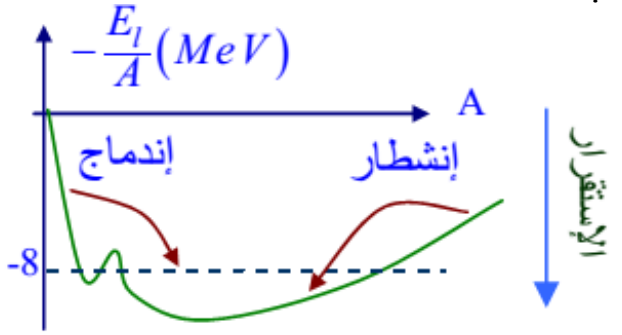
$E_{lib} = \Delta E = [(m(X_1) + m(X_2)) - (m(X_3) + m(X_4))].C^2$	$E_{lib} = (m_{ini} - m_{fin})C^2$
$E_{lib} = \Delta E = [E_l(X_3) + E_l(X_4)] - [E_l(X_1) + E_l(X_2)]$	$E_{lib} = (E_{l\,fin} - E_{l\,ini})$

الحصيلة الطاقوية لتحول نووي



$\Delta E < 0$	المجموعة تحرر طاقة الى الوسط الخارجي.
$\Delta E > 0$	المجموعة تكتسب طاقة من الوسط الخارجي.

منحنى أستون (Aston)



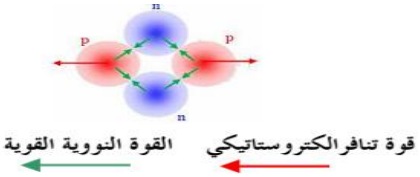
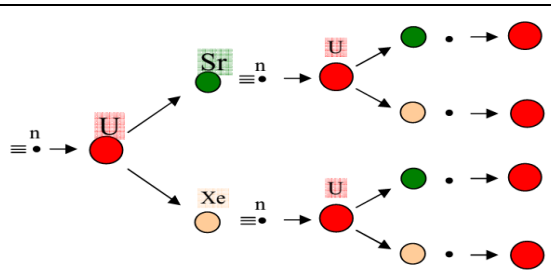
منحنى أستون يمثل المنحنى تغيرات طاقة الربط $-\frac{E_l}{A}$ بدلالة A

- يشمل الأنوية الطبيعية.
- يقارن الاستقرار فيما بين الأنوية.

الإنشطار والإندماج

الإنشطار النووي	يحدث فيه انقسام النواة الثقيلة الى نواتين خفيفتين (أكثر إستقرارا) مع تحرير طاقة.	$^{235}_{92}U + {}^1_0n \longrightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2{}^1_0n$
الإندماج النووي	يحدث فيه إتحاد (إلتحام أو إنضمام) نواتين لتشكيل نواة أثقل منهما مع تحرير طاقة.	مثال : $^2_1H + {}^3_1H \longrightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$

- الأنوية القابة للإنشطار $A > 180$
- الأنوية القابلة للإندماج $A < 50$
- الأنوية المستقرة $50 < A < 180$

بعض المفاهيم في البكالوريا		
أنواع التحولات النووية	–إشعاعي (تفككي) –انشطار –اندماج	
التفكك الاشعاعي الطبيعي	هو ظاهرة عفوية لتفاعل نووي تتحول أثنائه نواة مشعة (غير مستقرة) تدعى نواة الأب الى نواة أخرى تدعى نواة الإبن أكثر استقرارا، وذلك بإصدار نواة الأب لجسيمات أو اشعاعات كهرومغناطيسية	
الطابع العشوائي	التناقص الإشعاعي هو سيرورة عشوائية لا تتأثر بالشروط الخارجية، لا يمكن دراسة تطورها عشوائيا بل يستعمل مجموعة من الأنوية لنتكلم عن المتوسط.	
الطاقة المحررة	تظهر هذه الطاقة على شكل طاقة حرارية بشكل أساسي ترافقها الطاقة الحركية لمختلف الجسيمات واشعاعات كهرومغناطسية.	
النواة المشعة أو عنصر مشع	نواة (عنصر)غير مستقرة، تتفكك تلقائيا لتعطي نواة أخرى (إبن) وجسيمات من نوع α أو β^- أو β^+ أو إشعاع γ.	
طاقة الربط النووي	هي الطاقة اللازمة لتماسك النويات أو الطاقة الواجب تقديمها لنواة الذرة الساكنة لتفكيكها إلى مكوناتها المعزولة أو الساكنة أو هي طاقة تماسك النواة.	
كيف توضع الأنوية على المخطط	الأنوية المستقرة توضع بجوار الخط البياني الذي معادلته $N = Z$.	
الأسباب المحتملة لعدم استقرار النواة	–عدد كبير من النيكليونات –عدد كبير من البروتونات بالنسبة لنيترونات	
لماذا تستخدم النيترونات عادة في قذف أنوية اليورانيوم	تستخدم النيترونات لأنها متعادلة كهربائيا (غير مشحونة أو شحنتها معدومة)	
القوة النووية القوية	تربط هذه القوة البروتونات و النيترونات مع بعضها بحيث يكون مدها قصير وتحافظ على تماسك النواة و إلا كان الانشطار	
الطابع التسلسلي لتفاعل الإنشطار	إنشطار النواة الأولى لليورانيوم يعطي نترونات تؤدي بدورها إلى أنوية جديدة، وهكذا يتسلسل التفاعل الإنشطار.	
التفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا	لأن النترونات المنبعثة تحدث تفاعلات إنشطار أخرى وهكذا تتضاعف الألية وتكون التغذية ذاتية.	
التحليل البعدي لثابت التفكك λ	الجداء $\lambda \times t_{1/2}$ لا بعد له وبالتالي وحدة λ هي S^{-1}	$[\lambda] = \frac{[ln2]}{[t_{1/2}]} = \frac{1}{S} = S^{-1}$
المفاعل النووي	–تركيب يسمح بتحقيق تفاعل الانشطار النووي والتحكم فيه. –من أكبر مشاكل المفاعلات النووية هي الفضلات النووية نظرا لطول أنصاف الحياة لبعض العناصر (مثل اليود الذي له نصف حياة $(1.75 \times 10^7 ans)$) لذا تستوجب شروط تخزين خاصة.	