

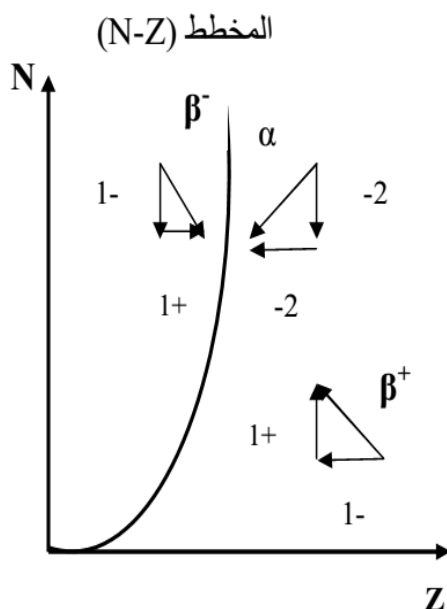
## الوحدة 02: التحولات النووية

- تذكير:

العدد الكتلي ( عدد النكليونات أو النويات (بروتونات + نيوترونات)).	A	$\begin{matrix} A_Z X \\ A = N + Z \end{matrix}$	رمز النواة
العدد الذري أو العدد الشحني (عدد البروتونات).	Z		
عدد النيوترونات	N		
هي ذرات لها نفس العدد الذري وتختلف عن بعضها في العدد الكتلي وبالتالي في عدد النيوترونات.		$\begin{matrix} A'_Z X \\ A_Z X \end{matrix}$	النظائر

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

معادلة التحول النووي		النشاط الإشعاعي	
$\begin{matrix} A_Z X = A_{Z-2} Y + {}^4_2 He \end{matrix}$	$\begin{matrix} A_Z X = A_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha \end{matrix}$	يُميز الأنوية الثقيلة $A > 200$ وينتج عنه إصدار نواة الهيليوم ${}^4_2 He$	النشاط الإشعاعي $\alpha$
$\begin{matrix} A_Z X = {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e \end{matrix}$	$\begin{matrix} {}^1_0 N = {}^1_1 P + {}^0_{-1} e \end{matrix}$	يُميز الأنوية الغنية بالنيوترونات وينتج عنه انبعاث إلكترون ${}^0_{-1} e$	النشاط الإشعاعي $\beta^-$
$\begin{matrix} A_Z X = {}^A_{Z-1} Y + {}^0_{+1} e \end{matrix}$	$\begin{matrix} {}^1_1 P = {}^1_0 N + {}^0_{+1} e \end{matrix}$	يُميز الأنوية الغنية بالبروتونات وينتج عنه انبعاث البوزيترون ${}^0_{+1} e$	النشاط الإشعاعي $\beta^+$
$\begin{matrix} A_Z X^* = A_Z X + {}^0_0 \gamma \end{matrix}$	هو إشعاع غير مشحون ذو طبيعة كهرومغناطيسية وينتج عنه انتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل طاقة		النشاط الإشعاعي $\gamma$

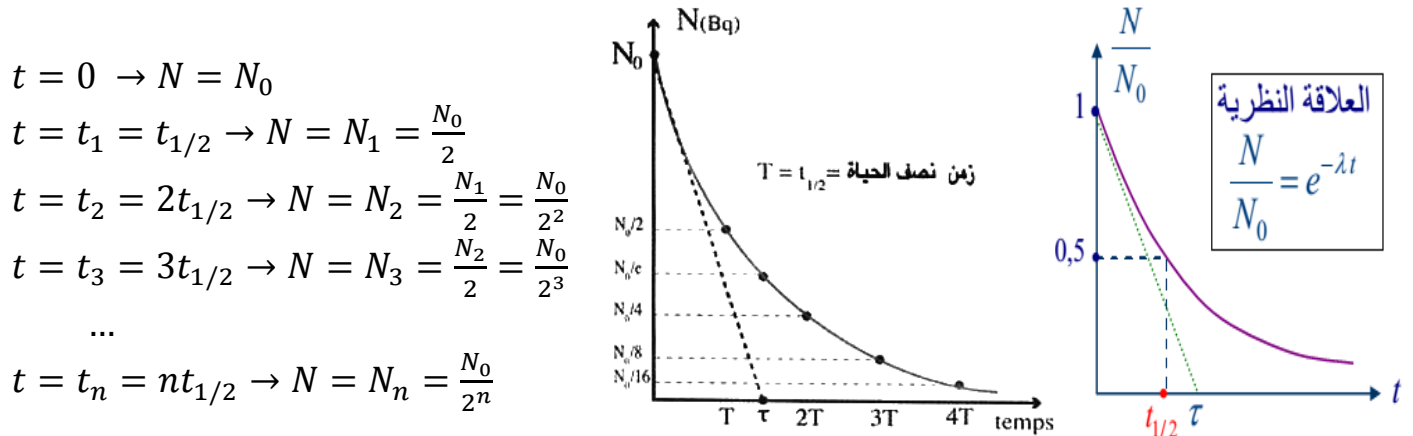


التناقص الإشعاعي $N(t)$		
عدد الأنوية المتبقية في اللحظة t	$N(t)$	$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$
عدد الأنوية الابتدائية في اللحظة t = 0	$N_0$	
كتلة العينة المتبقية في اللحظة t	$m(t)$	$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$
كتلة العينة الابتدائية في اللحظة t = 0	$m_0$	
كمية المادة المتبقية في اللحظة t	$n(t)$	$n(t) =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

النشاط الإشعاعي $A(t)$		
النشاط الإشعاعي لعينة مشعة هو عدد التفككات التي تحدث في الثانية الواحدة. و يقدر بالكيل (Bq)		تعريف النشاط الإشعاعي $A(t)$
نشاط العينة في اللحظة t	$A(t)$	$A(t) = \lambda N(t)$
نشاط العينة الابتدائي في اللحظة t = 0	$A_0$	$A_0 = \lambda N_0$
$A(t) = \lambda N(t) \Rightarrow A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$		

## الوحدة 02: التحولات النووية

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



إستعمال النشاط الإشعاعي في التأريخ		
$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t \Rightarrow -\ln \frac{A_0}{A(t)} = -\lambda t$ $N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln \frac{N(t)}{N_0} = -\lambda t \Rightarrow -\ln \frac{N_0}{N(t)} = -\lambda t$ أو		البرهان
$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_0}{A} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A_0}{A}$	$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{N_0}{N} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{N_0}{N}$	النتيجة

التوازن القربي (خاص بالشعب الرياضية)		
تعريف	$A \rightarrow B \rightarrow C$	تتفكك نواة A وفي نفس الوقت تتفكك نواة B .
القانون	$\lambda_A N_A(t) = \lambda_B N_B(t) \Rightarrow A_A(t) = A_B(t)$	

### الطاقة النووية

تعرف وحدة الكتلة الذرية على أنها $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون 12 والتي نعتبرها $m_C$ ويكون:			وحدة الكتلة الذرية u
$1u = \frac{1}{12} m_C = \frac{1}{12} \cdot \frac{M_C}{N_A} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{N_A} = \frac{1}{6.023 \times 10^{23}} = 1.67 \times 10^{-27} kg$			
$1 Mev = 10^6 ev$	$1 Mev = 1.6 \times 10^{-13} Jeul$	$1 ev = 1.6 \times 10^{-19} Jeul$	وحدة الطاقة (Jeul)
$1u \Leftrightarrow 931.5 Mev/C^2$			تكافؤ كتلة - طاقة

## الوحدة 02: التحولات النووية

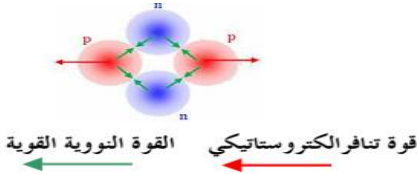
الوحدة	القانون	تعريف	
$Jeul(J)$	طاقة الكتلة	$E_0$	طاقة الكتلة (علاقة أينشتاين)
$kg$	الكتلة	$m$	
$m.s^{-1}$	سرعة الضوء في الفراغ	$C$	
$m_p = 1.00728u$	كتلة البروتون	$m_p$	النقص الكتلي
$m_n = 1.00866u$	كتلة النيوترون	$m_n$	
	كتلة النواة	$m(x)$	
$E_{libirée} = \Delta m C^2 = [Z.m_p + (A - Z)m_n - m(X)]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

طاقة المحررة في تفاعل نووي $\frac{A_1}{Z_1}X_1 + \frac{A_2}{Z_2}X_2 = \frac{A_3}{Z_3}X_3 + \frac{A_4}{Z_4}X_4$	
$E_{lib} = \Delta E = [(m(X_1) + m(X_2)) - (m(X_3) + m(X_4))] \cdot C^2$	$E_{lib} = (m_{ini} - m_{fin})C^2$
$E_{lib} = \Delta E = [E_l(X_3) + E_l(X_4)] - [E_l(X_1) + E_l(X_2)]$	$E_{lib} = (E_{lfin} - E_{lini})$

منحنى أستون (Aston)	الحصيلة الطاقوية لتحول نووي				
منحنى أستون يمثل المنحنى تغيرات طاقة الربط $-\frac{E_l}{A}$ بدلالة A	مخطط الحصيلة الطاقوية لتحول نووي				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- يشمل الأنوية الطبيعية.</li> <li>- يقارن الاستقرار فيما بين الأنوية.</li> </ul>	<table border="1"> <tr> <td>المجموعة تحرر طاقة الى الوسط الخارجي.</td> <td><math>\Delta E &lt; 0</math></td> </tr> <tr> <td>المجموعة تكتسب طاقة من الوسط الخارجي.</td> <td><math>\Delta E &gt; 0</math></td> </tr> </table>	المجموعة تحرر طاقة الى الوسط الخارجي.	$\Delta E < 0$	المجموعة تكتسب طاقة من الوسط الخارجي.	$\Delta E > 0$
المجموعة تحرر طاقة الى الوسط الخارجي.	$\Delta E < 0$				
المجموعة تكتسب طاقة من الوسط الخارجي.	$\Delta E > 0$				

الانشطار والاندماج		
${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2{}^1_0n$	يحدث فيه انقسام النواة الثقيلة الى نواتين خفيفتين (أكثر إستقرارا) مع تحرير طاقة.	الانشطار النووي
${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$ مثال :	يحدث فيه اتحاد (إلتحام أو إنضمام) نواتين لتشكيل نواة أثقل منهما مع تحرير طاقة.	الاندماج النووي
<ul style="list-style-type: none"> <li>- الأنوية القابلة للانشطار <math>A &gt; 180</math></li> <li>- الأنوية القابلة للاندماج <math>A &lt; 50</math></li> <li>- الأنوية المستقرة <math>50 &lt; A &lt; 180</math></li> </ul>		

## الوحدة 02: التحولات النووية

بعض المفاهيم في البكالوريا	
أنواع التحولات النووية	<ul style="list-style-type: none"> <li>- إشعاعي (تفككي)</li> <li>- انشطار</li> <li>- اندماج</li> </ul>
التفكك الإشعاعي الطبيعي	هو ظاهرة عفوية لتفاعل نووي تتحول أثناءه نواة مشعة (غير مستقرة) تدعى نواة الأب إلى نواة أخرى تدعى نواة الإبن أكثر استقراراً، وذلك بإصدار نواة الأب لجسيمات أو اشعاعات كهرومغناطيسية
الطابع العشوائي	التناقص الإشعاعي هو سيرورة عشوائية لا تتأثر بالشروط الخارجية، لا يمكن دراسة تطورها عشوائياً بل يستعمل مجموعة من الأنوية لتتكلم عن المتوسط.
الطاقة الحرة	تظهر هذه الطاقة على شكل طاقة حرارية بشكل أساسي ترافقها الطاقة الحركية لمختلف الجسيمات واشعاعات كهرومغناطيسية.
النواة المشعة أو عنصر مشع	نواة (عنصر) غير مستقرة، تتفكك تلقائياً لتعطي نواة أخرى (إبن) وجسيمات من نوع $\alpha$ أو $\beta^-$ أو $\beta^+$ أو إشعاع $\gamma$ .
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عدد كبير من النيكلونات</li> <li>- عدد كبير من البروتونات بالنسبة لنيوترونات</li> </ul>
لماذا تستخدم النيوترونات عادة في قذف أنوية اليورانيوم	تستخدم النيوترونات لأنها متعادلة كهربائياً (غير مشحونة أو شحنتها معدومة)
القوة النووية القوية	<p>تربط هذه القوة البروتونات و النيوترونات مع بعضها بحيث يكون مداها قصير وتحافظ على تماسك النواة و إلا كان الانشطار</p> 
الطابع التسلسلي لتفاعل الانشطار	إنشطار النواة الأولى لليورانيوم يعطي نوترونات تؤدي بدورها إلى أنوية جديدة، وهكذا يتسلسل التفاعل الإنشطار.
التفاعل تسلسلي مغذى ذاتياً	لأن النوترونات المنبعثة تحدث تفاعلات إنشطار أخرى وهكذا تتضاعف الألية وتكون التغذية ذاتية.
التحليل البعدي لثابت التفكك $\lambda$	الجداء $\lambda \times t_{1/2}$ لا بعد له وبالتالي وحدة $\lambda$ هي $S^{-1}$
المفاعل النووي	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تركيب يسمح بتحقيق تفاعل الانشطار النووي والتحكم فيه.</li> <li>- من أكبر مشاكل المفاعلات النووية هي الفضلات النووية نظراً لطول أنصاف الحياة لبعض العناصر (مثل اليود الذي له نصف حياة <math>(1.75 \times 10^7 \text{ ans})</math>) لذا تستوجب شروط تخزين خاصة.</li> </ul>