

## المجال: التطورات الرتبية

## الوحدة: التحولات النووية

## الموضوع: النشاط الإشعاعي

عدد الحصص: 6

## 1. المكتسبات القبلية:

- تركيب الذرة:

- النظائر:

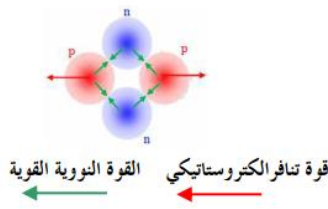
- هي ذرات تلتقي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس الرقم الذري  $Z$  وتختلف في عدد النيوترونات  $N$

النوكليون	البروتون	النيوترون	الالكترون
	${}^1_1p$	${}^1_0n$	${}^0_{-1}e$
العدد	$Z$	$A - Z$	$Z$
الكتلة ( $kg$ )	$1,673 \times 10^{-27}$	$1,675 \times 10^{-27}$	$9,1 \times 10^{-31}$
الشحنة ( $C$ )	$1,602 \times 10^{-19}$	0	$-1,602 \times 10^{-19}$

- تتكون الذرة من نواة وإلكترونات.  
- تتكون النواة من بروتونات ونيوترونات.  
A → العدد الكتلي (عدد النويات)  
Z → العدد الذري (عدد البروتونات)  
X → رمز العنصر  
- عدد النيوترونات:  $N = A - Z$

## - القوة النووية القوية:

- هي القوة المسؤولة عن تماسك النواة، وهي أقوى بكثير من قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين البروتونات.



## 2. النشاط الإشعاعي:

## 1-2. تعريف:

## 2-2. استقرار الأنوية:

يتعلق بالفرق الموجود بين قوى التجاذب الموجودة بين النويات (القوة النووية القوية) وقوى التنافر بين البروتونات.

- **النواة المستقرة (غير مشعة):** هي نواة تحافظ دوما على تكوينها.
- **النواة غير المستقرة (مشعة):** هي نواة يحدث لها تحول يؤدي إلى تشكيل نواة جديدة بإصدار إشعاعات  $\alpha$  أو  $\beta$  أو  $\gamma$  تسمى هذه الظاهرة "النشاط الإشعاعي".

هو تحول طبيعي تلقائي غير مرتقب عبر الزمن تتحول خلاله نواة غير مستقرة (مشعة) تسمى النواة الأم إلى نواة أكثر استقرار تسمى النواة البنت.



## 3-2. المخطط (N-Z) (Segre): (محاكاة)

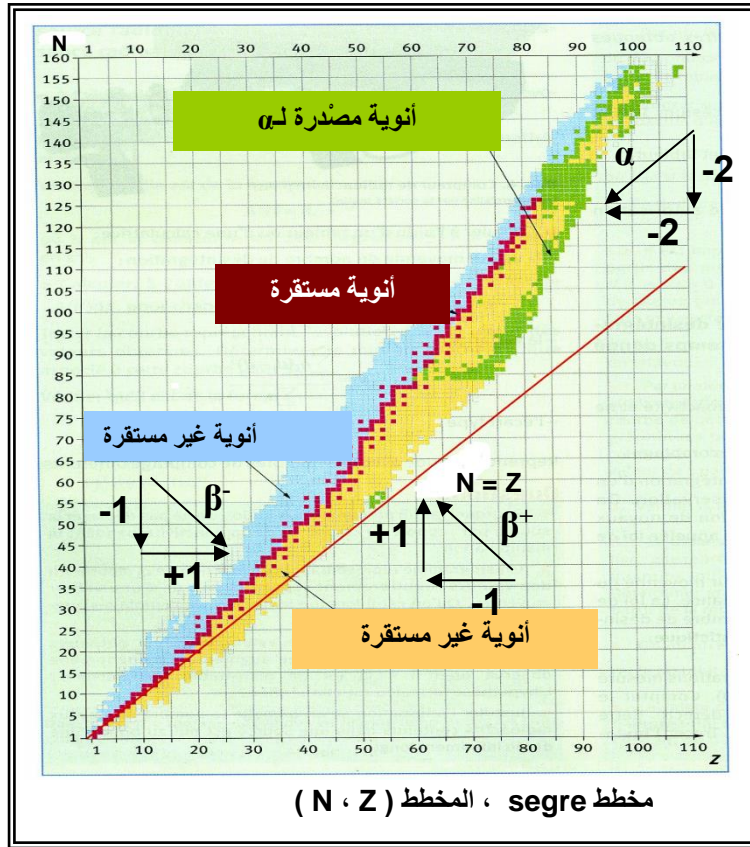
## الأنوية غير المستقرة

## الأنوية المستقرة

- الأنوية التي تقع فوق وادي الاستقرار (عدد نيوترونها كثيرة) تشع جسيمات  $\beta^-$ .
- الأنوية التي تقع تحت وادي الاستقرار (عدد بروتونها كثيرة) تشع جسيمات  $\beta^+$ .
- الأنوية الثقيلة  $Z > 82$ : تقع في أعلى مجال الاستقرار وتشع جسيمات  $\alpha$ .

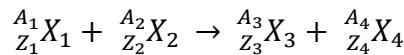
- $Z < 20$ : الأنوية تتوزع بجوار المستقيم  $N = Z$ .
- $Z > 20$ : الأنوية تتوزع فوق المستقيم  $N = Z$ .
- الأنوية المستقرة تشكل على المخطط ما يعرف بـ "واد الاستقرار"

- يبين مخطط سيفري  $N = f(Z)$  مواقع الأنوية المستقرة غير المستقرة.
- يحدد أنماط التفكك.



#### 4-2. قانوني الانحفاظ: صودي

في كل تحول نووي يحفظ ما يلي: العدد الكتلي  $A$  والعدد الذري  $Z$ .  
لتكن معادلة التفكك التالية:



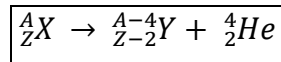
يتحقق الانحفاظ:

$$\boxed{Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4} \quad \boxed{A_1 + A_2 = A_3 + A_4}$$

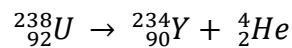
#### 5-2. أنواع التفككات: (محاكاة)

○ **النشاط الإشعاعي  $\alpha$ :** يميز الأنوية الثقيلة ( $Z > 82$ ) ويتم بانبعث نواة

الهيليوم ( ${}^4_2\text{He}$ ) حسب المعادلة التالية:



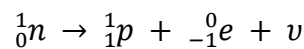
مثال:



- النشاط الإشعاعي  $\alpha$  ضعيف النفاذية يمكن توقيفه بورق أو بضع سنتيمترات من الهواء.

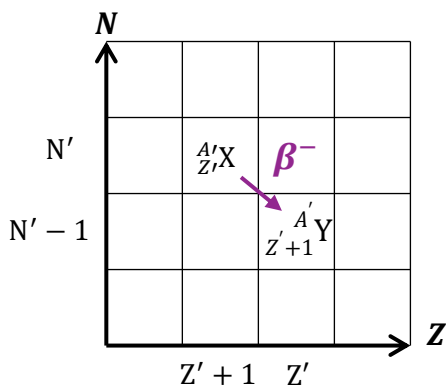
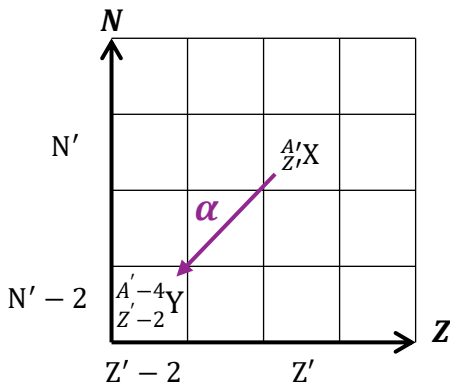
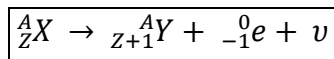
○ **النشاط الإشعاعي  $\beta^-$ :** يميز الأنوية الغنية بالنيوترونات حيث يتحول

النيوترون إلى بروتون وينبعث الكترون  ${}_{-1}^0e$  حسب المعادلة التالية:

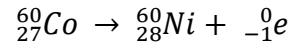


حيث:  $\nu$  نيوترون مضاد (لا يملك شحنة ولا كتلة).

معادلة التحول النووي:

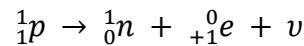


مثال:

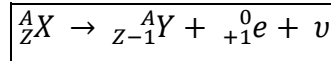


○ **النشاط الإشعاعي  $\beta^+$** : يميز الأنوية الغنية بالبروتونات حيث يتحول

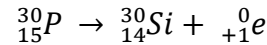
البروتون إلى نيوترون وينبعث بوزيترون  ${}^0_{+1}e$  حسب المعادلة التالية:



معادلة التحول النووي:



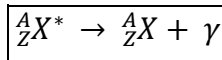
مثال:



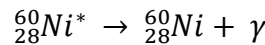
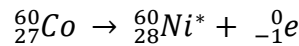
- النشاط الإشعاعي  $\beta$  له نفاذية معتبرة، يمكن توقيفه ببضعة سنتيمترات من الألمنيوم.

○ **النشاط الإشعاعي  $\gamma$** : تكون مصاحبة للنشاطات الإشعاعية السابقة وهو اشعاع كهرومغناطيسي (فوتونات) وليس جسيمات مادية.

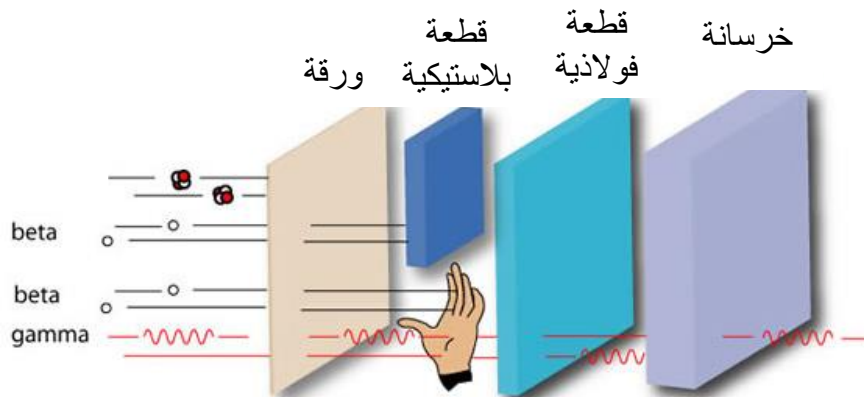
معادلة التحول النووي:



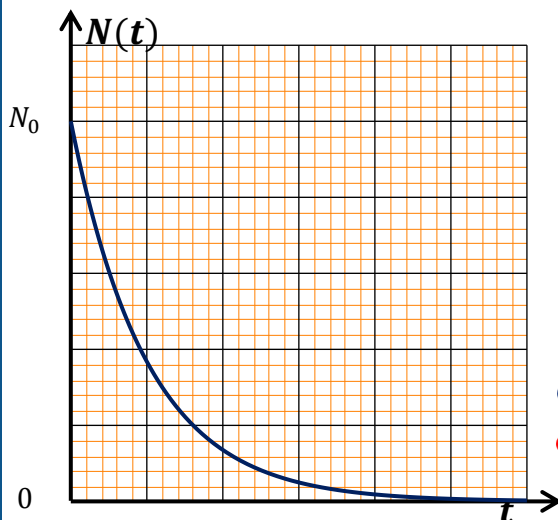
مثال:



- النشاط الإشعاعي  $\gamma$  شديد النفاذية ويصعب توقيفه، يحتاج حوالي 20 cm من الرصاص أو عدة أمتار من الخرسانة للوقاية من أخطاره.



العلوم  
الفيزيائية  
موقع الأستاذ بوزيان زكرياء



### 3. قانون التناقص الإشعاعي: (محاكاة)

يعطى قانون التناقص الإشعاعي  $N(t)$  وفق علاقة أسية من الشكل:

$$\boxed{N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}}$$

حيث:

$N_0$ : عدد الأنوية المشعة عند اللحظة الابتدائية ( $t = 0$ ).

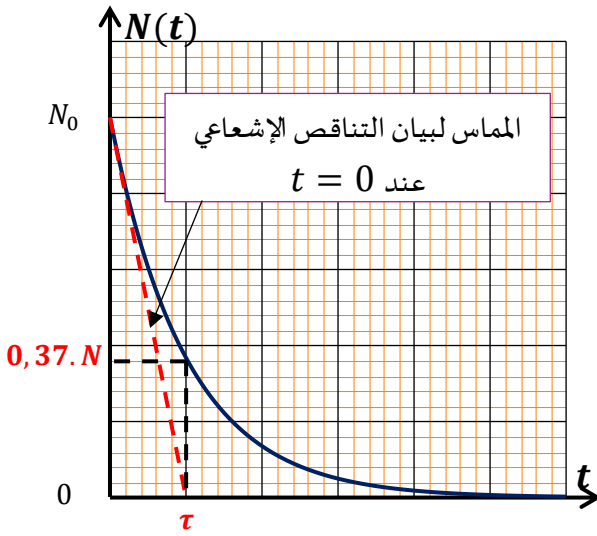
$N(t)$ : عدد الأنوية غير المتفككة عند

اللحظة ( $t$ ).

$\lambda$ : ثابت النشاط الإشعاعي أو ثابت التفكك ( $s^{-1}$ ).

- أنوية مشعة
- أنوية متفككة

#### 4. ثابت الزمن $\tau$ :



معادلة المستقيم المماس للبيان عند النقطة ذات الاحداثيات  $(0, N_0)$  هي:  $N = a \cdot t + N_0$   
 بحيث:  $a$  يمثل ميل المستقيم

$$a = \frac{dN(t)}{dt} = -\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

عند  $t = 0$ :

$$\left. \frac{dN(t)}{dt} \right|_0 = -\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \times 0} = -\lambda \cdot N_0$$

لدينا أيضا من جهة أخرى إحداثيات تقاطع المستقيم المماس مع محور الأزمنة  $(\tau, 0)$ .

$$0 = -\lambda \cdot N_0 \cdot \tau + N_0$$

ومنه:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

من أجل  $t = \tau$ :

$$N(\tau) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot \tau}$$

منه:

$$N(\tau) = N_0 \cdot e^{-1}$$

إذن:

$$N(\tau) = 0,37 \times N_0$$

#### 5. زمن نصف العمر $t_{1/2}$ :

زمن نصف العمر هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف عدد الأنوية المشعة الموجودة في العينة.

من أجل  $t = t_{1/2}$ :

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

منه:

$$e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

إذن:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

#### 6. النشاط الإشعاعي $A(t)$ :

يعرف النشاط الإشعاعي  $A(t)$  بعينة بعدد التفككات التي تحدث في الثانية ويعبر عنها بالعلاقة:

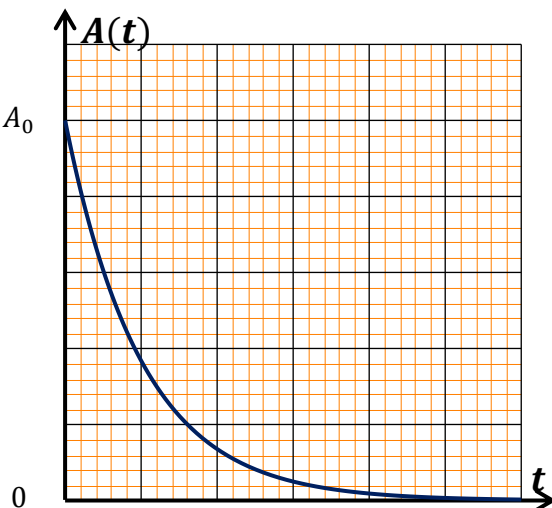
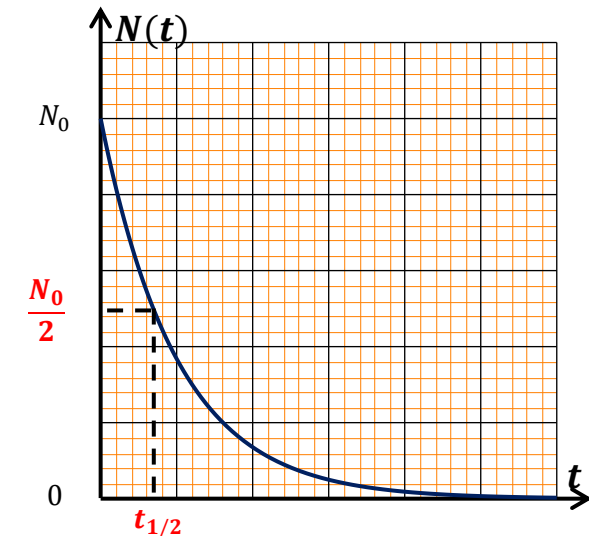
$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda \cdot N(t)$$

يقاس النشاط الإشعاعي بوحدة البكريل ( $1Bq$  يوافق تفكك واحد خلال ثانية).

لدينا:

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda \cdot N(t)$$

ومن جهة أخرى نعلم أن:  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$



إذن:

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

حيث:  $A_0 = \lambda \cdot N_0$  النشاط الإشعاعي الابتدائي

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

### 7. تطبيق في مجال التاريخ:

- بواسطة النشاط الإشعاعي يمكن تقدير عمر المواد العضوية مثل بقايا الأعضاء النباتية أو الحيوانية باستعمال الكربون  $^{14}C$ .
- يتواجد  $^{14}C$  و  $^{12}C$  في الكائنات الحية بنسبة ثابتة

$$\frac{^{14}C}{^{12}C} = 1,3 \times 10^{-12}$$

- عند موت العضو فإن  $^{14}C$  لا يتجدد لأن التفاعلات مع العالم الخارجي تتوقف وعليه يبدأ في التناقص بينما  $^{12}C$  يبقى ثابت.
- إذا كان نشاط  $^{14}C$  لحظة موته هو  $A_0$ ، والنشاط في اللحظة  $t$  بعد موته بمدة طويلة هو  $A(t)$  ومنه نحسب عمر العضو من العلاقات الآتية:

$$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{N_0}{N}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_0}{A}$$