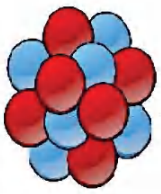
I . اهم مفاهيم النشاط الاشعاعي

1. البنية النووية



ماذا يمثل كل من : A و Z ؟

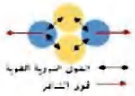
- رمز نواة عنصر كيميائي : $^{A}_{Z}X$
- العدد الكتلي A : هو عدد النكليونات (البروتونات + النترونات) $A = Z + N$.
- العدد الذري (العدد الشحني) Z : هو عدد البروتونات .

اعط تركيب النواة .

- عدد البروتونات : Z
- عدد النترونات : $N = A - Z$

تعريف النظائر .

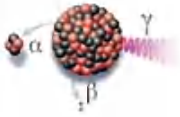
- النظائر : هي أنوية ذرات تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الذري Z و تختلف في العدد الكتلي A .



القوة المسؤولة عن تماسك النواة

- القوة النووية القوية : هي القوة المسؤولة عن تماسك النواة و هي اقوى من قوة التنافر الكهروستاتيكي بين البروتونات .

2. النشاط الاشعاعي



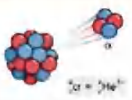
النواة المشعة

- النواة المشعة : هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتتحول الى نواة جديدة اكثر استقرارا مع اصدار اشعاع .
- الانوية المشعة : هي أنوية غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتتحول الى أنوية جديدة اكثر استقرارا مع اصدار اشعاعات .
- النظائر المشعة : هي أنوية غير مستقرة تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الذري Z و تختلف في العدد الكتلي A تتفكك تلقائيا لتتحول الى أنوية جديدة اكثر استقرارا مع اصدار اشعاعات .
- العائلة المشعة : هي مجموعة الأنوية الناتجة عن عدة تفككات لنواة مشعة تنتهي بنواة مستقرة .

النشاط الاشعاعي

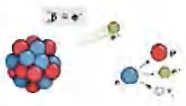
- النشاط الاشعاعي :هو ظاهرة التفكك العشوائي للأنوية الغير مستقرة التي تتحول الى أنوية جديدة اكثر استقرارا مع اصدار اشعاعات
- مميزات النشاط الاشعاعي : 1- تلقائي ، 2- حتمي ، 3- عشوائي ، 4- مستقل عن الضغط و درجة الحرارة .
- جهاز قياس النشاط الاشعاعي : هو عداد جيجر- ميلر .

3. انواع الاشعاعات (أنماط التفككات)



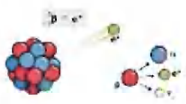
- الاشعاع α

تعريف الاشعاع α : هو عبارة عن نواة هيليوم $^{4}_{2}He$ يميز أنوية الذرات الثقيلة $200 < A$.



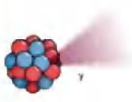
- الاشعاع β^-

تعريف الاشعاع β^- : هو عبارة عن الكترون $^{0}_{-1}e$ ، يميز أنوية الذرات التي تحتوي على $Z < N$ فيتحول النترون الى بروتون $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e(\beta^-)$



- الاشعاع β^+

تعريف الاشعاع β^+ : هو عبارة عن بوزيترون $^{0}_{1}e$ ، يميز أنوية الذرات التي تحتوي على $N < Z$ فيتحول البروتون الى نترون $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e(\beta^+)$

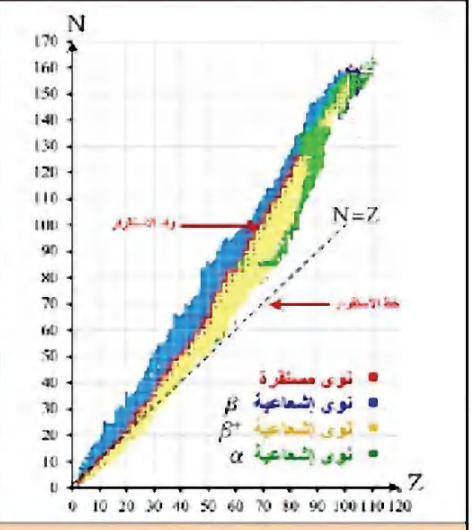


- الاشعاع γ

تعريف الاشعاع γ : هو عبارة عن موجة كهرو مغناطيسية $^{0}_{0}\gamma$ ، يميز أنوية الذرات المثارة $^{A}_{Z}X^*$ و هو اشعاع مرافق للإشعاعات α و β^- و β^+

I . الاستقرار النووي

1. مخطط سيغري



استعمالات مخطط سيغري

- يمكننا من :
  1. معرفة الأنوية المستقرة و الأنوية الغير مستقرة .
  2. معرفة نوع النشاط الاشعاعي الصادر .

الانوية المستقرة

- اذا كان $Z < 20$ فان الانوية المستقرة تقع على خط الاستقرار $N = Z$
- اذا كان $20 < Z < 82$ فان الانوية المستقرة تقع على واد الاستقرار $\frac{N}{Z} \simeq 1,5$

الانوية الغير مستقرة

- $N > Z$: الأنوية الغير مستقرة التي تقع فوق واد الاستقرار تصدر الاشعاع β^-
- $Z > N$: الأنوية الغير مستقرة التي تقع تحت واد الاستقرار تصدر الاشعاع β^+
- إذا كان $Z > 82$ فان كل الأنوية ثقيلة غير مستقرة تصدر كذلك الاشعاع α .

2. أسباب عدم استقرار النواة

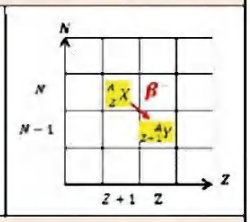
- عدد كبير من النكليونات $A > 200$
- عدد البروتونات اكبر من عدد النترونات $Z > N$
- عدد النترونات اكبر من عدد البروتونات $N > Z$

3. كتابة معادلة التفكك

- قانوني صودي

- انحفاظ العدد الكتلي : $\sum A_{\text{نواتج}} = \sum A_{\text{متفاعلات}}$
- انحفاظ العدد الشحني : $\sum Z_{\text{نواتج}} = \sum Z_{\text{متفاعلات}}$

الاشعاع β^-



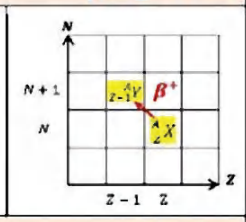
- معادلة التفكك :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

- مثال :

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$$

الاشعاع β^+



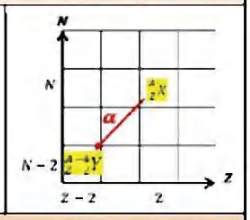
- معادلة التفكك :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e$$

- مثال :

$$^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e$$

الاشعاع α



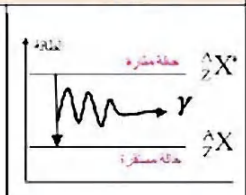
- معادلة التفكك :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

- مثال :

$$^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{228}_{88}Rn + {}^{4}_{2}He$$

الاشعاع γ



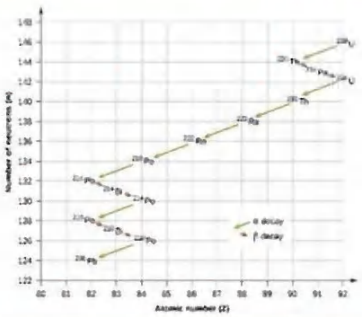
- معادلة التفكك :

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma$$

- مثال :

$$^{228}_{88}Rn^{*} \rightarrow {}^{228}_{88}Rn + {}^{0}_{0}\gamma$$

4. العائلة المشعة



مثال : عائلة اليورانيوم $^{238}_{92}U$

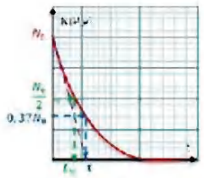
معادلة التفكك الاجمالية :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\ {}^{4}_{2}He + 6\ {}^{0}_{-1}e$$

I. اهم علاقات و قوانين النشاط الاشعاعي

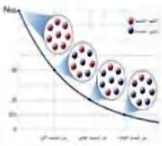
1. الثوابت : λ ، τ ، $t_{½}$

- ثابت التفكك λ : احتمال تحول النواة في الثانية وحدته (s^{-1}) .
- ثابت الزمن τ :هو متوسط عمر النواة و هو الزمن اللازم لتفكك 63 % من الأنوية الابتدائية N_0 وحدته (s).
- زمن نصف العمر $t_{½}$: الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية $\frac{N_0}{2}$ وحدته (s) . لما $t = t_{½}$ فإن $N(t_{½}) = \frac{N_0}{2}$



العلاقة بين τ و λ	العلاقة بين $t_{½}$ و λ	
$\tau = \frac{1}{\lambda}$	$t_{½} = \frac{ln2}{\lambda}$	λ : ثابت التفكك (s^{-1}) τ : ثابت الزمن (s) $t_{½}$: زمن نصف العمر (s)

2. قانون التناقص الاشعاعي



$N = N_0 . e^{-\lambda . t}$

N : عدد الأنوية الغير متفككة (المتبقية) في لحظة t (نواة)
N_0 : عدد الأنوية الابتدائية في لحظة $t_0 = 0$ (نواة)
t : الزمن (العمر) (s)

3 . الأنوية المتفككة N_d

$N_d = N_0 - N$

$N_d = N_0 . (1 - e^{-\lambda . t})$

N : عدد الأنوية الغير متفككة (المتبقية) في لحظة t (نواة)
N_0 : عدد الأنوية الابتدائية في لحظة $t_0 = 0$ (نواة)
N_d : عدد الأنوية المتفككة في لحظة t (نواة)

4. النشاط الاشعاعي A

- النشاط الاشعاعي A :هو عدد الأنوية المتفككة بالنسبة لوحدة الزمن و حدته البيكرل (Bq) $A = -\frac{dN}{dt}$
- البيكرل Bq : وحدة قياس النشاط الاشعاعي و هو النشاط الناتج عن تفكك نواة خلال ثانية .

في لحظة t	في لحظة $t = 0$	
$A = \lambda . N$	$A_0 = \lambda . N_0$	A : النشاط الاشعاعي في لحظة t (Bq) A_0 : النشاط الاشعاعي الابتدائي في لحظة $t_0 = 0$ (Bq)

5. كمية مادة العينة المشعة n

في لحظة t	في لحظة $t = 0$	
$N = n . N_A$	$N_0 = n_0 . N_A$	n : كمية المادة المشعة في لحظة t (mol) n_0 : كمية المادة المشعة الابتدائية في لحظة $t_0 = 0$ (mol) N_A : عدد أفوغادرو $N_A = 6,023 . 10^{23}$ نواة

6. كتلة العينة المشعة m

في لحظة t	في لحظة $t = 0$	
$N = \frac{m}{M} . N_A$	$N_0 = \frac{m_0}{M} . N_A$	m : كتلة المادة المشعة في لحظة t (g) m_0 : كتلة المادة المشعة الابتدائية في لحظة $t_0 = 0$ (g) M : العدد الكتلي A للنظير المشع $(g.mol^{-1})$

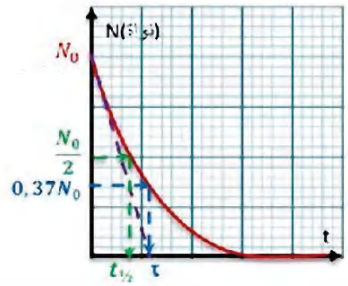
7. إيجاد عمر عينة مشعة (الزمن) : t

- التأريخ باستعمال الكربون المشع $^{14}_{6}C$: نستطيع تقدير عمر الأثار و البقايا الحيوانية و النباتية المندثرة وذلك بمقارنة نشاط العينة القديمة A مع نشاط عينة جديدة مماثلة A_0 لعنصر الكربون $^{14}_{6}C$ نصف عمره $t_{½}$ لأنه يتناقص عند وفاة الكائنات النباتية و الحيوانية .

$$t = \frac{t_{½}}{ln2} \cdot ln\left(\frac{A_0}{A}\right)$$

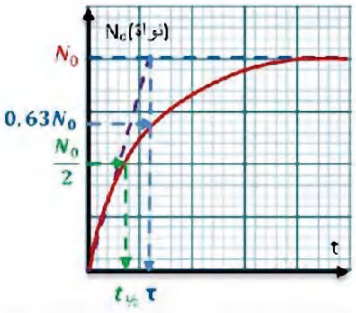
I . اهم منحنيات النشاط الاشعاعي

1. منحنى N بدلالة الزمن t



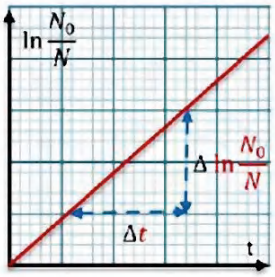
- **المعادلة الفيزيائية :** $N = N_0 . e^{-\lambda . t}$
- **إيجاد عدد الأنوية الابتدائية N_0 بيانيا:**
N_0 : هي نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب عند اللحظة t=0 .
- **إيجاد ثابت الزمن τ بيانيا :**
τ : هو نقطة تقاطع المماس عند اللحظة t=0 مع محور الأزمنة .
أو نقوم بإسقاط القيمة $0,37N_0$ على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة فنجد قيمة τ
- **إيجاد زمن نصف العمر $t_{½}$ بيانيا :**
نقوم بإسقاط قيمة $\frac{N_0}{2}$ على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة t فنجد قيمة $t_{½}$

2. منحنى N_d بدلالة الزمن t



- **المعادلة الفيزيائية :** $N_d = N_0 . (1 - e^{-\lambda . t})$
- **إيجاد عدد الأنوية الابتدائية N_0 بيانيا:**
N_0 : هي نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب عند اللحظة t=0 .
- **إيجاد ثابت الزمن τ بيانيا :**
τ : هو نقطة تقاطع المماس عند اللحظة t=0 مع محور الأزمنة فنجد قيمة τ
أو نقوم بإسقاط القيمة $0,63N_0$ على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة فنجد قيمة τ
- **إيجاد زمن نصف العمر $t_{½}$ بيانيا :**
نقوم بإسقاط قيمة $\frac{N_0}{2}$ على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة t فنجد قيمة $t_{½}$

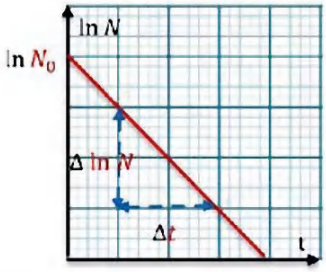
3. منحنى $\ln\frac{N_0}{N}$ بدلالة الزمن t



- **المعادلة الفيزيائية :** $\ln\frac{N_0}{N} = \lambda . t$
- **المعادلة الرياضية :** $\ln\frac{N_0}{N} = a . t$ المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ
- **إيجاد ثابت التفكك λ بيانيا :** بمطابقة المعادلة الفيزيائية و الرياضية
λ هو ميل المنحنى

$$\lambda = \frac{\Delta \ln\frac{N_0}{N}}{\Delta t}$$

4. منحنى $ln\ N$ بدلالة الزمن t

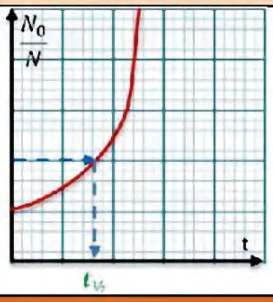


- **المعادلة الفيزيائية :** $ln\ N = -\lambda . t + ln\ N_0$
- **المعادلة الرياضية :** $ln\ N = a . t + b$ المنحنى عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ
- **إيجاد ثابت التفكك λ بيانيا :** بمطابقة المعادلة الفيزيائية و الرياضية
λ- هو ميل المنحنى

$$-\lambda = \frac{\Delta \ln N}{\Delta t}$$

- **إيجاد عدد الأنوية الابتدائية N_0 بيانيا:**
$ln\ N_0$: هو نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب .

5. منحنى $\frac{N_0}{N}$ بدلالة الزمن t



- **المعادلة الفيزيائية :** $\frac{N_0}{N} = e^{\lambda . t}$

- **إيجاد زمن نصف العمر $t_{½}$ بيانيا :**
نقوم بإسقاط القيمة 2 على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة t فنجد قيمة $t_{½}$

I. اهم براهين النشاط الاشعاعي

1.بين ان النشاط الاشعاعي A في لحظة t يكتب بالعلاقة: $A = A_0 . e^{-\lambda.t}$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$ ..... (1)
- $A = \lambda \cdot N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda}$ ..... (2)
- $A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$ ..... (3)
- نعوض (2) و (3) في (1) فنجد :

$$\frac{A}{\lambda} = \frac{A_0}{\lambda} . e^{-\lambda.t} \Rightarrow \boxed{A = A_0 . e^{-\lambda.t}}$$

2.بين ان كمية مادة مشعة في لحظة t تكتب بالعلاقة : $n = n_0 . e^{-\lambda.t}$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$ ..... (1)
- $N = n \cdot N_A$ ..... (2)
- $N_0 = n_0 \cdot N_A$ ..... (3)
- نعوض (2) و (3) في (1) فنجد :

$$n \cdot N_A = n_0 \cdot N_A . e^{-\lambda.t} \Rightarrow \boxed{n = n_0 . e^{-\lambda.t}}$$

3.بين ان كتلة عينة مشعة في لحظة t تكتب بالعلاقة: $m = m_0 . e^{-\lambda.t}$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$ ..... (1)
- $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ ..... (2)
- $N_0 = \frac{m_0}{M} \cdot N_A$ ..... (3)
- نعوض (2) و (3) في (1) فنجد :

$$\frac{m}{M} \cdot N_A = \frac{m_0}{M} \cdot N_A . e^{-\lambda.t} \Rightarrow \boxed{m = m_0 . e^{-\lambda.t}}$$

4.بين ان حجم غاز مشع في لحظة t يكتب بالعلاقة : $V = V_0 . e^{-\lambda.t}$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$ ..... (1)
- $N = \frac{V}{V_M} \cdot N_A$ ..... (2)
- $N_0 = \frac{V_0}{V_M} \cdot N_A$ ..... (3)
- نعوض (2) و (3) في (1) فنجد :

$$\frac{V}{V_M} \cdot N_A = \frac{V_0}{V_M} \cdot N_A . e^{-\lambda.t} \Rightarrow \boxed{V = V_0 . e^{-\lambda.t}}$$

5. بين أن ثابت التفكك λ يعطى بالعبارة : $\lambda = \frac{ln2}{t_{½}}$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$
- $N(t_{½}) = \frac{N_0}{2}$ فإن $t = t_{½}$ لما

بالتعويض نجد :

$$\frac{N_0}{2} = N_0 . e^{-\lambda.t_{½}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda.t_{½}}$$

$$\Rightarrow ln2 = \lambda . t_{½} \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{ln2}{t_{½}}}$$

6.بين أن: $N = \frac{N_0}{2^n}$ لما $t = n t_{½}$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$
- $t = n . t_{½}$ لما

بالتعويض نجد :

$$N = N_0 . e^{-\lambda.n.t_{½}} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda.n.t_{½}}$$

$$\Rightarrow ln\frac{N}{N_0} = -\lambda . n . t_{½} \Rightarrow ln\frac{N_0}{N} = \lambda . n . \frac{ln2}{\lambda}$$

$$\Rightarrow ln\frac{N_0}{N} = n . ln\,2 \Rightarrow \frac{N_0}{N} = 2^n \Rightarrow \boxed{N = \frac{N_0}{2^n}}$$

7.اكتب عبارة $\frac{N_0}{N}$ بدلالة: $\lambda \, . \, t$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$

$$\Rightarrow \frac{N}{N_0} \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \boxed{\frac{N_0}{N} \cdot e^{\lambda \cdot t}}$$

8.اكتب عبارة $ln(\frac{N_0}{N})$ بدلالة: $\lambda \, . \, t$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$

$$\Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda.t} \Rightarrow \frac{N_0}{N} = e^{\lambda.t} \Rightarrow \boxed{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \lambda . t}$$

9.عبر عن $ln\,N$ بدلالة: $\lambda \, . \, N_0 \, . \, t$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$

$$\Rightarrow \ln N = \ln(N_0 . e^{-\lambda.t}) \Rightarrow \boxed{ln\,N = -\lambda . t + \ln N_0}$$

10.اكتب عبارة t بدلالة: $t_{½} \, . \, N \, . \, N_0$

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

$$\Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} . \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) \Rightarrow \boxed{t = \frac{t_{½}}{ln2} . \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}$$

11.عبر عن عدد الانوية المتفككة N_d بدلالة كل من : $\lambda \, . \, N_0 \, . \, t$

- $N = N_0 . e^{-\lambda.t}$
- $N_0 = N + N_d \Rightarrow N_d = N_0 - N$

$$\Rightarrow N_d = N_0 - N_0 . e^{-\lambda.t} \Rightarrow \boxed{N_d = N_0(1 - e^{-\lambda.t})}$$

12.بين ان المعادلة التفاضلية لـ N_d هي: $\frac{dN_d}{dt} + \lambda . N_d = \lambda . N_0$

- $N_d = N_0(1 - e^{-\lambda.t})$

نشتق بالنسبة للزمن

$$\Rightarrow \frac{dN_d}{dt} = \frac{d}{dt}(N_0 - N_0 . e^{-\lambda.t}) \Rightarrow \frac{dN_d}{dt} = \lambda N_0 . e^{-\lambda.t}$$

$$\Rightarrow \frac{dN_d}{dt} = \lambda(N_0 - N_d) \Rightarrow \boxed{\frac{dN_d}{dt} + \lambda N_d = \lambda N_0}$$