النشاط الإشعاعي

I-البنية النووية

1ـ مكونات النواة :

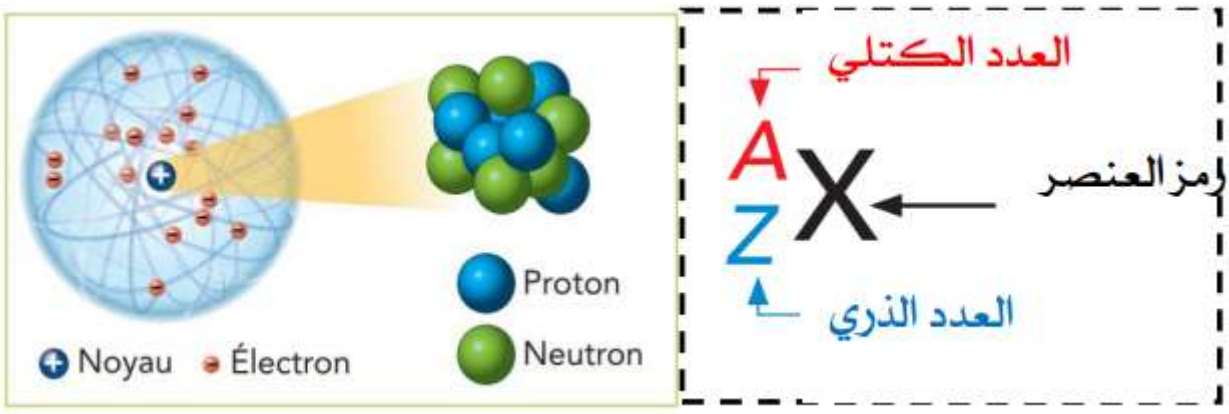
الذرة تتكون من نواة تدور حولها إلكترونات.

نواة الذرة تتكون من بروتونات P و نوترونات N . نسمي كل من البروتون و النوترون نوية.

نرمز لعدد النويات بالرمز A و يسمى عدد الكتلة.

نرمز لعدد البروتونات بالرمز Z و يسمى عدد الشحنة لأنه يمكننا من حساب شحنة الذرة .

$^{A}_{Z}X$ مع $N = A - Z$



مثال : $^{235}_{92}X$:

235 : يمثل العدد الكتلي(عدد النويات)أو عدد النيكليونات

92 : يمثل عدد البروتونات أو العدد الشحني Z

$N = A - Z = 235 - 92 \Rightarrow N = 143$ (يمثل عدد البروتونات)

إذن مكونات هذه النواة : 92 بروتون و 143 نترون

***النظائر:**

هي عناصر لها نفس العدد الشحني Z وتختلف في العدد الكتلي A وبالضبط عدد النترونات

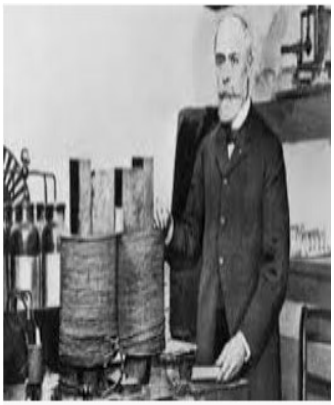
مثال : $^{35}_{17}Cl$, $^{37}_{17}Cl$ و $^{12}_{6}C$, $^{14}_{6}C$ و $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$

الاستقرار النووي : كيف يمكن للنيكليونات أن تبقى متماسكة بينما تخضع البروتونات إلى قوة تنافر كهربائي؟إستقرار وتماسك النواة راجع إلى وجود تأثيرات متبادلة بين مكونات النواة تدعى ب"القوة النووية القوية"

3-تعريف النواة المشعة:

هي نواة غير مستقرة تتفكك تلقائيا إلى نواة أكثر إستقرار بإصدار جسيمات $(\alpha, \beta^+, \beta^-, \gamma)$

4-النشاط الإشعاعي:



نص وثائقي: النشاط الاشعاعي

في سنة 1986م اكتشف العالم الفيزيائي الفرنسي **بيكريل** Hernie Becquerel النشاط الاشعاعي عن طريق الصدفة حينما كان يقوم بأبحاث علمية على أشعة X الحديثة الاكتشاف أنداك وذلك بتعريض أملاح اليورانيوم لأشعة الشمس ، في 26فبراير1986 م كان يوما غائما ، فتعذر عليه تعريض هذه الاملاح لاشعة الشمس ، فوضعها في درج مكتبه مع صفائح فوتوغرافية مكسوة بغشاء من ورق سميك أسود ومعتم . وفي يوم 01 مارس من نفس السنة قام **بيكريل** بتحميض الصفائح الفوتوغرافية فلاحظ بانبهار كبير أنها متأثرة ، رغم عدم تعرضها لأشعة الشمسية . و هذا ما أدى إلى اكتشاف أن أملاح اليورانيوم تبعث تلقائيا أشعة غير مرئية تترك آثارا على صفائح فوتوغرافية وسنتان بعد ذلك لاحظ الفيزيائيان بيير كوري وزوجته ماري كوري أن عنصر الطوريوم يبعث نفس الاشعة التي اكتشفها **بيكريل** .

كانت هذه الاكتشافات الخطوة الاساسية لانطلاق أبحاث أخرى أدت إلى التعرف وتصنيف الاشعة المنبعثة من المواد المشعة ،

حيث تم التعرف على الاشعة المنبعثة من اليورانيوم من طرف العالمان الا نجليزيان **إرنست رودرفورد و فريديريك سودي** ، مبينا أنها عبارة عن أنوية الهيليوم المتأينة ، وسميت أشعة α في سنة 1900م تعرف **بكيريل** على نوع آخر من الاشعاعات النووية و هو الاشعاع β^- .وهو عبارة عن انبعاث إلكترونات $(_{-1}^{0}e)$ من نوى الطوريوم Th, وبعد ذلك أبرز العالم الفرنسي **بول فيلار** وجود الاشعة (γ) وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مرئية.

تعريف:

النشاط الإشعاعي تحول طبيعي , تلقائي وغير مرتقب في الزمن , تتحول خلاله نواة غير مستقرة إلى نواة أخرى أكثر إستقرارا مصحوب بإنبعاث جسيمات إما $(\alpha, \beta^+, \beta^-, \gamma)$

خصائص النشاط الاشعاعي :

- تلقائي : يحدث دون تدخل عامل خارجي
- عشوائي : لا يمكن التنبؤ بلحظة حدوثه
- حتمي : يحدث عاجلا ام آجلا
- لا يتاثر بالعوامل الخارجية : ضغط ودرجة الحرارة
- -قانون الإنحفاظ قانون(Soddy)
- خلال تحول نووي يحدث إنحفاظ للعدد الكتلي A والعدد الشحني Z
- مثال $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A1}_{Z1}X + {}^{A_2}_{Z_2}P$ $\begin{cases} A = A_1 + A_2 \\ Z = Z_1 + Z_2 \end{cases}$

- **النشاط الاشعاعي:**

1ـ إشعاع α : هي جسيمات ^4_2He الهيليوم

2ـ إشعاع β^+ : هي جسيمة $^0_{+1}e$ يسمى بوزيترون

3ـ شعاع β^- : هي جسيمة $^0_{-1}e$ يسمى بالإلكترون

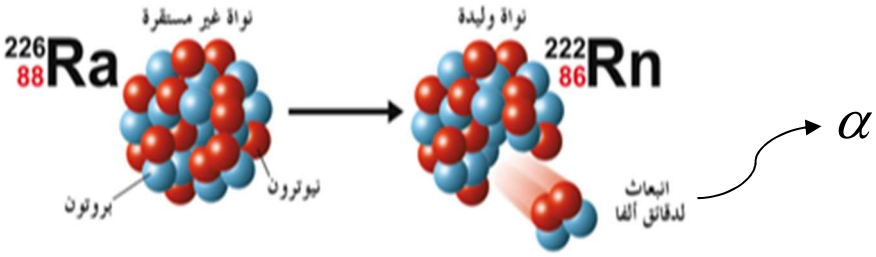
4ـ إشعاع γ : هي عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية طاقتها كبيرة جدا

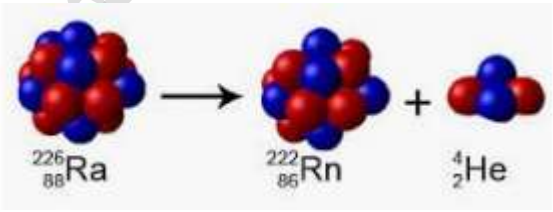
5ـ أنواع التفككات الإشعاعية

1ـ التفكك α :

يحدث للأنوية الثقيلة والغير المستقرة حيث تصدر دقائق α والتي هي عبارة عن نواة الهيليوم ^4_2He

وفق المعادلة التالية : $^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$ مثال $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^4_2He$





مميزاته

ـ يميز الانوية الثقيلة

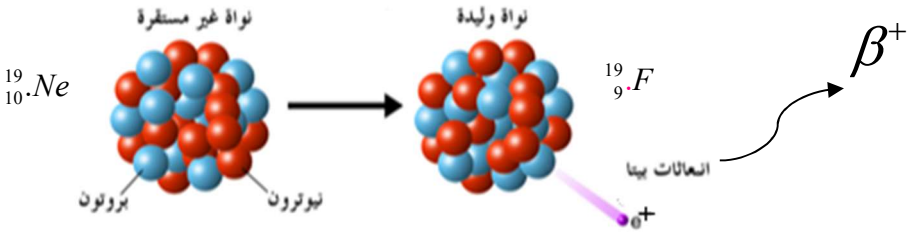
ـ ضعيف النفاذية يمكن توقيفه بورق او بضعة سنتمترات من الهواء

2ـ التفكك β^+ :

يحدث للأنوية التي لها عدد كبير من البروتونات مقارنة بالنترونات حيث يتحول البروتون إلى نترون ويتم إنبعاث بوزيتون (إلكترون مضاد) $^0_{+1}e$ حسب المعادلة التالية :

$^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + \bar{\upsilon}$ ومنه النواة البنت تحتوي على نترون أكثر من النواة الأصلية

مثال : $^{19}_{10}Ne \rightarrow {}^{19}_{9}F + {}^0_{+1}e$



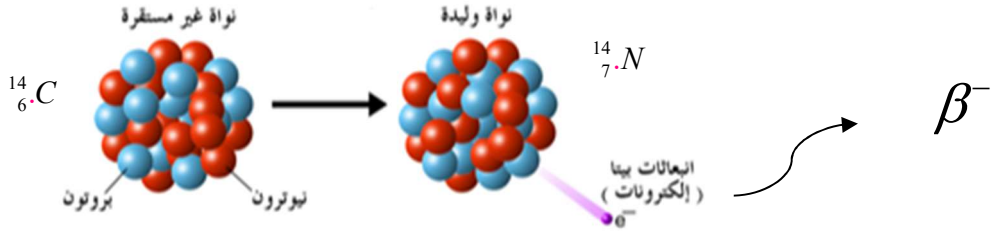
ملاحظة : معادلة تحول بروتون على نترون : $^1_1P \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e$

مميزاته :

- يميز الانوية الغنية بالبروتونات
- له نفاذية معتبرة, يمكن توقيفه ببضعة سنتمترات من الالمنيوم
- 3ـ التفكك : β^- :

يحدث للأنوية التي لها عدد كبير من النترونات مقارنة مع البروتونات حيث يتحول النترون إلى بروتون ويتم إنبعاث إلكترون حسب المعادلة التالية : وفق المعادلة التالية :

$^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$ مثال $^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}e$



ملاحظة : معادلة تحول نترون إلى بروتون : $^1_0n \rightarrow {}^1_1P + {}^0_{-1}e$

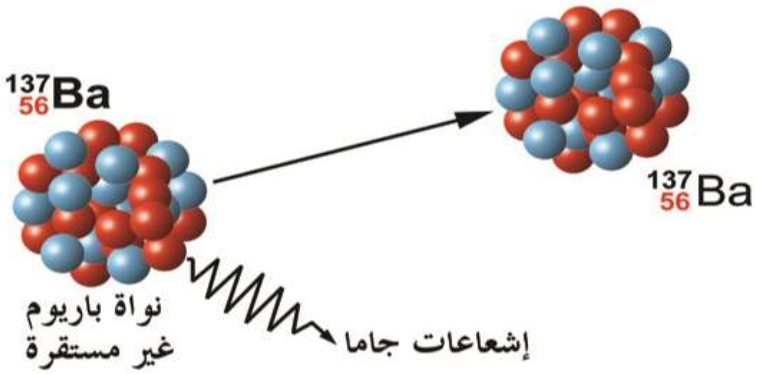
مميزاته :

- يميز الانوية الغنية بالنيترونات
- له نفاذية معتبرة, يمكن توقيفه ببضعة سنتمترات من الالمنيوم

4ـ الاصدار γ :

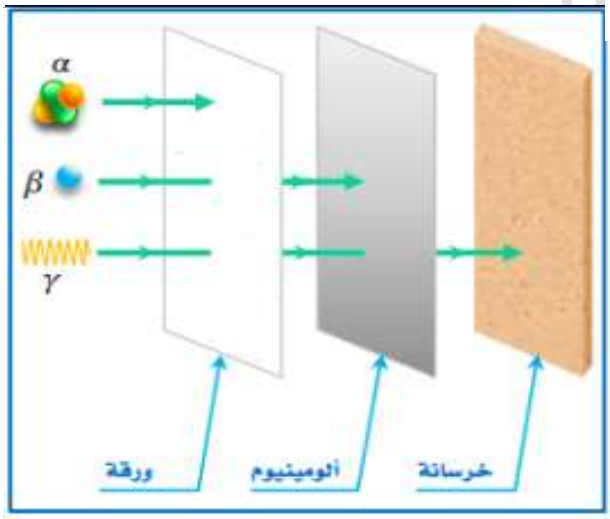
يرافق التحولات السابقة بحيث تكون النواة البنت $^{A'}_{Z'}X^*$ في حالة مثارة فتعود إلى حالتها الأساسية (المستقرة) بعد إصدارها للإشعاع γ بحيث تكون في حالة أقل طاقة ومعادلته العامة :

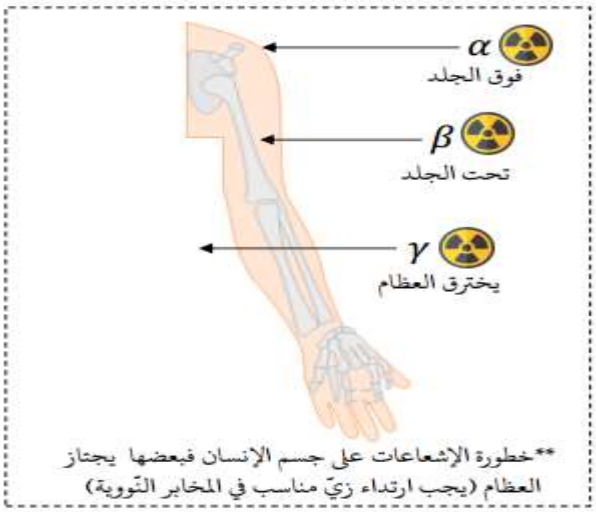
$^{A'}_{Z'}X^* \rightarrow {}^{A'}_{Z'}X + \gamma$ مثال : $^{137}_{56}Ba^* \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + \gamma$



مميزاته :

- شديد النفاذية ويصعب توقيفه, يحتاج حوالي 20 سم من الرصاص او عدة امتار من الخرسانة للوقاية

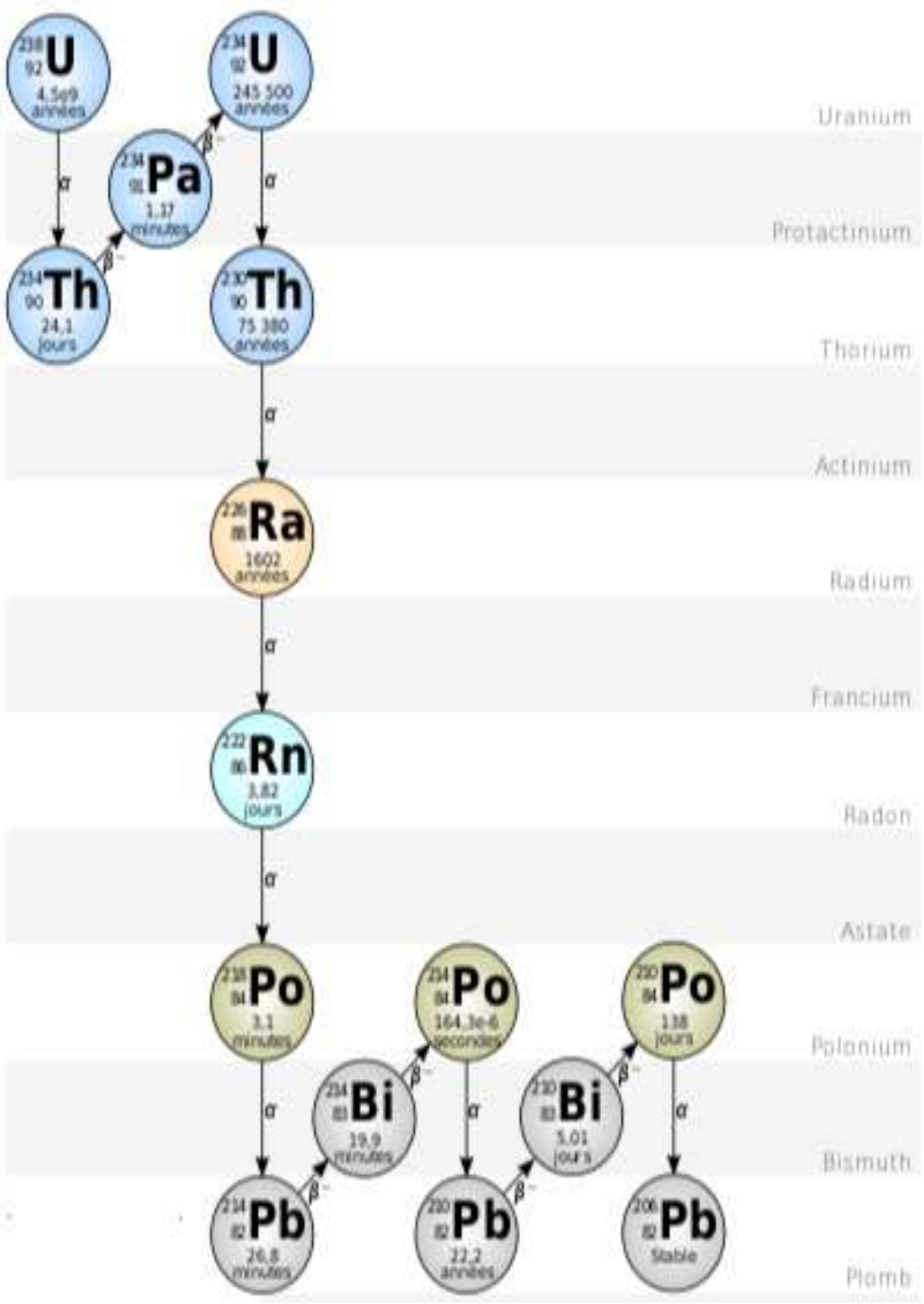




**خطورة الإشعاعات على جسم الإنسان فبعضها يجتاز العظام (يجب ارتداء زيّ مناسب في المخابر النّووية)

2- العائلة المشعة:

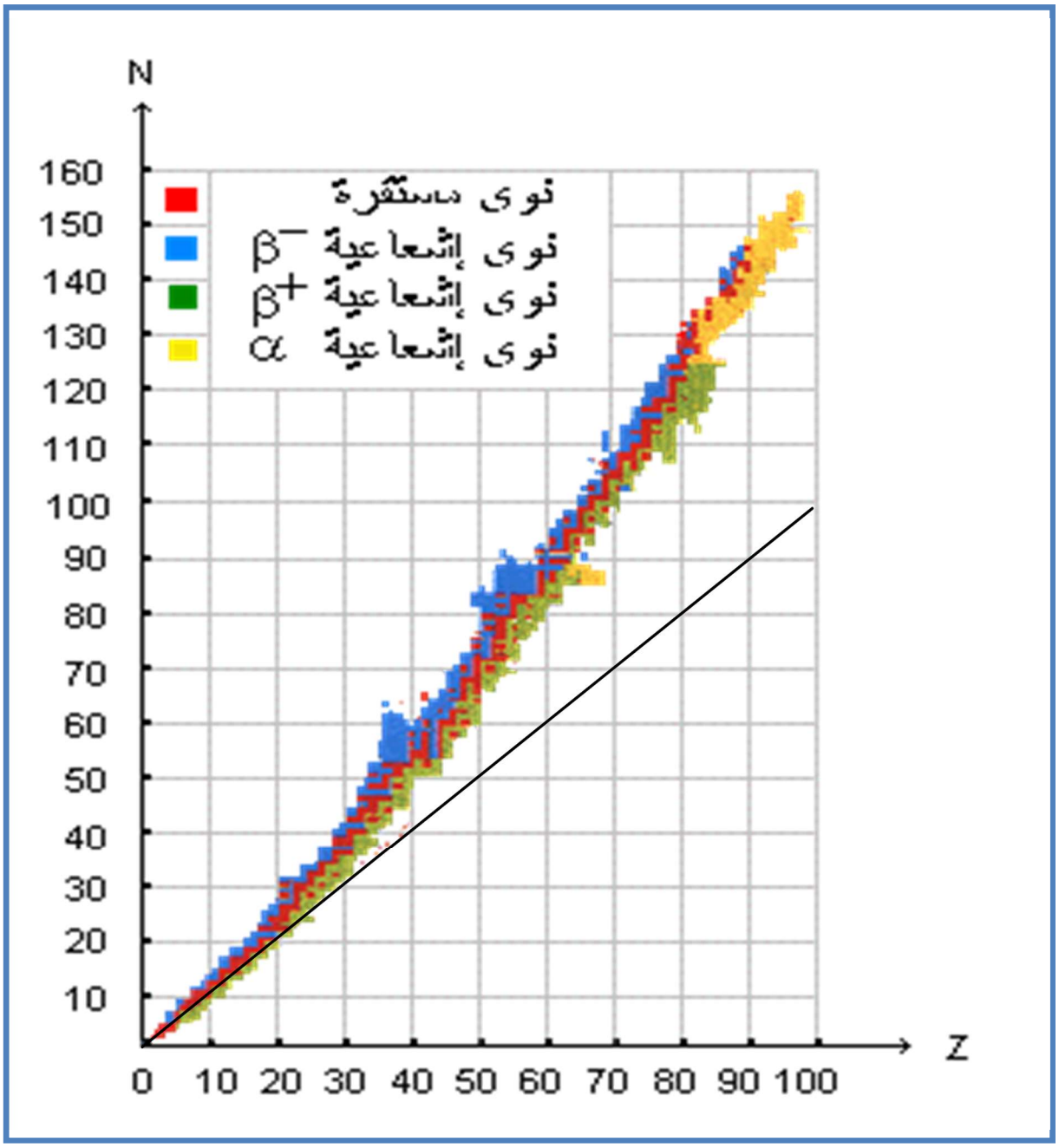
أثناء نشاط إشعاعي، تتحول نواة أصلية غير مستقرة إلى نواة متولدة ، تتحول بدورها إذا كانت غير مستقرة إلى نواة ثالثة. وهكذا دواليه إلى أن تتكون نواة مستقرة غير مشعة. مجموع النوى الناتجة عن نفس النواة الأصلية يسمى عائلة مشعة.



دراسة المخطط(N-Z) مخطط Ségre

بالرغم من القوة النووية القوية ، فضمن ال 1500 نواة المعروفة (طبيعية أو إصطناعية) ، يوجد فقط 260 نواة مستقرة ، البقية تتفكك تلقائيا بسرع متفاوتة بحسب تركيبها .

نمثل إستقرار النواة بمنحنيين : $N=f(Z)$ المسمى بمخطط سيقري تمثل الأنوية في مخطط سيقري بمربعات صغيرة .



الوثيقة 04 : المخطط N ,Z

- بالأحمر الأنوية المستقرة .
- بالأزرق الأنوية الصادرة لجسيمات β^- .
- بالأخضر الأنوية الصادرة لجسيمات β^+ .
- بالأصفر الأنوية الصادرة لجسيمات α .

1ـ الأنوية المستقرة تشكل وادي الإستقرار ، ولا يوجد نواة مستقرة من أجل $Z > 83$ (البيزموت) .

أـ من أجل $Z < 20$ ، حدد موقع الأنوية المستقرة ؟
ـ قارن بين عدد البروتونات وعدد النترونات .

بـ من أجل $Z > 20$ ، حدد موقعها بالنسبة للخط $N = Z$

2ـ أين تقع الأنوية غير المستقرة بالنسبة لوادي الإستقرار؟
ـ فسر كون الأنوية غير مستقرة إعتمادا على تركيبها؟

3ـ ما الذي يجعل النواة $^{16}_{8}O$ مستقرة ؟

تحليل النشاط 01

1ـ أـ من أجل $Z < 20$ ، تقع الأنوية المستقرة على المستقيم $Z = N$ أو بجواره ، تملك الأنوية عددا من البروتونات يساوي تقريبا عدد النترونات .

بـ من أجل $Z > 20$ ، الأنوية المستقرة تتميز بفائض من النترونات ، هذا ما ينتج عنه الإبتعاد المتزايد لوادي لإستقرارعن المنصف $Z = N$.

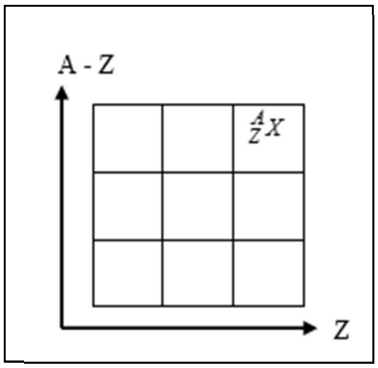
2ـ (إذا كان Z كبيرا ، فإن القوى الكهومغناطيسية تتغلب على القوة النووية القوية والأنوية تتفكك) الأنوية المشعة ل α تقع أقصى يمين وادي الإستقرار ، وهي أنوية ثقيلة . (N و Z كبيران ، منه A كبير) .

الأنوية المشعة ل β^- تقع فوق وادي الإستقرار وهي تحتوي على فائض من النترونات مقارنة مع أنوية مستقرة لها نفس العدد الكتلي A الأنوية المشعة ل β^+ تقع أسفل وادي الإستقرار وهي تحتوي على فائض من البروتونات مقارنة مع أنوية مستقرة لها نفس العدد الكتلي A

4ـ تقع النواة $^{16}_{8}O$ في وادي الإستقرار وعلى المنصف .

النشاط 02 النشاط الإشعاعي α

1ـ بكم ينقص العدد الكتلي وبكم ينقص الرقم الذري للنواة الأم ؟
ـ حدد موقع النواة البنت في الجدول الدوري للعناصر .



2ـ أتمم معادلة التفكك $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}Y + {}^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}\cdots\cdots$

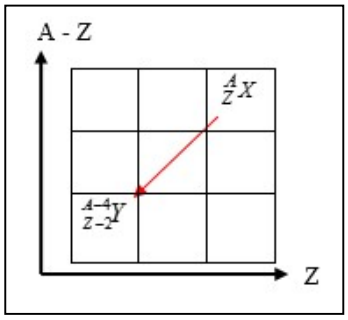
3ـ اليورانيوم 238 أي $^{238}_{92}U$ نواة مشعة لجسيمات α ،
تتحول إلى نواة الثوريوم Th .
ـ أكتب معادلة تفكك اليورانيوم .

4ـ الرادون 222 أي $^{222}_{86}Rn$ نواة مشعة لجسيمات α ،
تتحول إلى نواة البولونيوم Po .
ـ أكتب معادلة تفكك الرادون .

تحليل النشاط 02

تصدر الأنوية الثقيلة (النواة الأب)أنوية الهيليوم (جسيمات) وتتحول إلى نواة لعنصر كيميائي آخر (النواة الإبن).

1-ينقص العدد الكتلي ب 4 ، وينقص الرقم الذري ب 2 (ينقص عدد النترونات ب 2)
ـ تحديد موقع النواة البنت في الجدول الدوري للعناصر .



النواة الأم	النواة البنت
$^{A}_{Z}X$	$^{A-4}_{Z-2}X$

2-معادلة التفكك : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}X + {}^{4}_{2}He$

معادلة تفكك اليورانيوم $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}X + {}^{4}_{2}He$

-معادلة تفكك الرادون : $^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{218}_{84}X + {}^{4}_{2}He$

النشاط 03 النشاط الإشعاعي -β

ـ لايوجد إلكترون في النواة ، ففي داخلها يتحول نترون ${}^{1}_{0}n$ إلى بروتون ${}^{1}_{1}\mathbf{P}$ و ينبعث جسيم آخر يدعى النترونو مضاد ($\overline{\nu}$) ليس له كتلة و لا شحنة .

1 ـ أكتب معادلة هذا التحول النووي .

2 ـ قارن بين العددين الكتليين و الرقمين الذريين للنواة الأم وللنواة البنت ؟

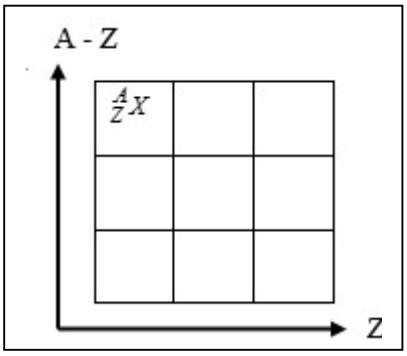
ـ حدد موقع النواة الإبن في الجدول الدوري للعناصر .

3 ـ أتمم معادلة التفكك .

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}Y + {}^{\cdots\cdots}_{\cdots\cdots}\cdots\cdots$$

4 ـ الكوبلت 60 أي ${}^{60}_{27}Co$ نواة مشعة ل β^- ، تتحول إلى نواة النيكل Ni .

ـ أكتب معادلة تفكك الكوبالت



تحليل النشاط 03 النشاط الإشعاعي -β

1 ـ كتابة معادلة التحول النووي ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + \overline{\upsilon}$

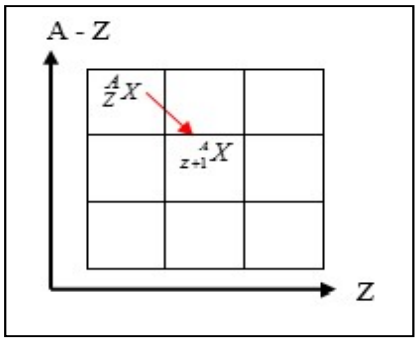
2 ـ العددان الكتليان للنواتين متساويان ، ويزيد الرقم الذري للنواة الإبن عن الرقم الذري للنواة الأب بواحد (ينقص عدد النترونات بواحد) .

ـ تحديد موقع النواة الإبن في الجدول الدوري للعناصر

النواة الأم	النواة البنت
${}^{A}_{Z}X$	${}^{A}_{Z+1}X$

3 ـ معادلة التفكك ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}X + {}^{0}_{-1}e$

4 ـ معادلة تفكك الكوبالت : ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$



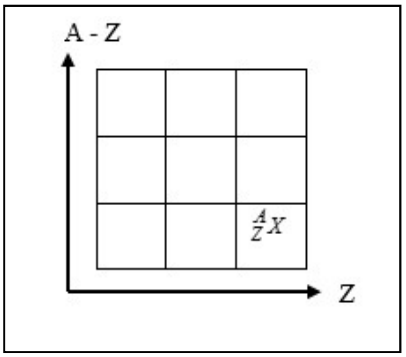
النشاط 04 النشاط الإشعاعي β^+

1- لا يوجد بوزيترون في النواة, ففي داخلها يتحول بروتون ${}_1^1p$ تلقائيا إلى نترون ${}_0^1n$

-اكمل معادلة هذا التحول النووي. ${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{\cdots}^{\cdots}e$

2- قارن بين العددين الكتليين و الرقمين الذريين للنواة الأم وللنواة البنت ؟

- حدد موقع النواة الإبن في الجدول الدوري للعناصر



3- أتمم معادلة التفكك ${}_Z^AX \rightarrow {}_{\cdots}^{\cdots}Y + {}_{\cdots}^{\cdots}\ldots$

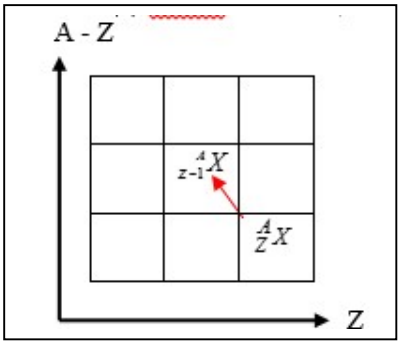
4- الازوت 12أي ${}_7^{12}N$ نواة مشعة ل β^+,تتحول إلى نواة الكربون C

-اكمل معادلة تفكك الازوت ${}_7^{12}N \rightarrow {}_{\cdots}^{\cdots}C + {}_{\cdots}^{\cdots}e$

تحليل النشاط 04 النشاط الإشعاعي β^+

1ـ أكتب معادلة هذا التحول النووي ${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e + \bar{\upsilon}$

2ـ العددان الكتليان للنواتين متساويان ، وينقص الرقم الذري للنواة الإبن عن الرقم الذري للنواة الأب بواحد (يزيد عدد النترونات ب1) ـ تحديد موقع النواة الإبن في الجدول الدوري للعناصر

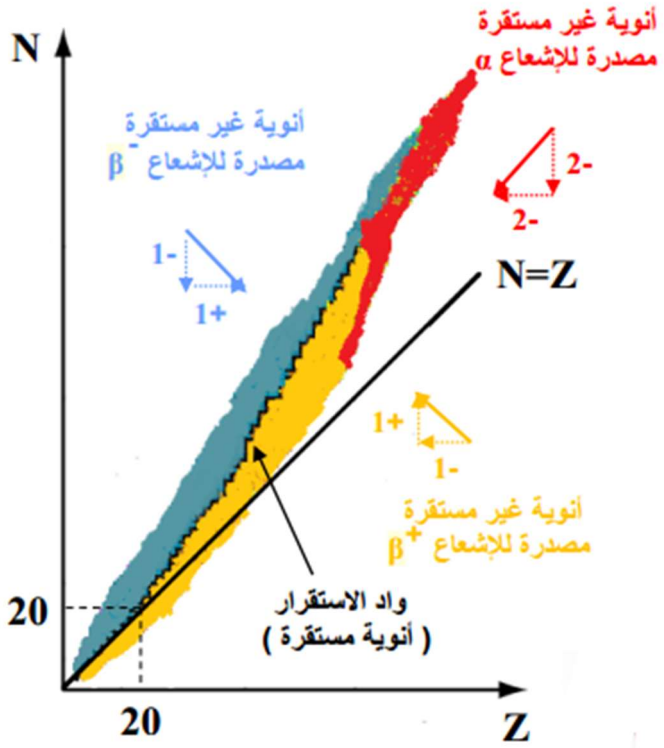


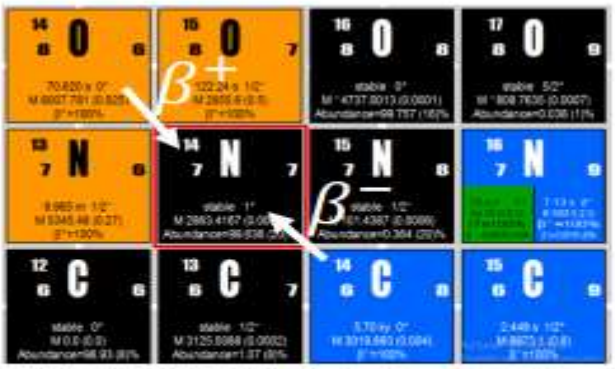
النواة الأم	النواة البنت
${}_Z^AX$	${}_{Z-1}^AX$

3ـ معادلة التفكك ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AX + {}_{+1}^0e$

4ـ الازوت 12 أي ${}_7^{12}N$ نواة مشعة ل β^+, تتحول إلى نواة الكربون C

ـ اكمل معادلة تفكك الازوت ${}_7^{12}N \rightarrow {}_6^{12}C + {}_{+1}^0e$





أنوية تُشعُّ β^+ و β^- تقع على جانبي واد الاستقرار (واد الاستقرار ملوّن بالأسود)

أنوية تُشعُّ α تقع أعلى واد الاستقرار

**مقتطفات من مخطّط سوقري (Z,N)

تعريف النشاط الاشعاعي

- النشاط الإشعاعي : ظاهرة عشوائية تحدث تلقائيا , إذ لا يمكن التنبؤ باللحظة التي يحدث فيها التفكك, وهو تطور رتيب بدلالة الزمن

-خصائص النشاط الإشعاعي :

1ـعشوائي : لايمكن توقع لحظة تفكك النواة

2ـتلقائي : يحدث دون تدخل عامل خارجي

حتمي : تتفكك النواة عاجلا أم آجلا

4ـ مستقل عن عاملي الضغط ودرجة الحرارة والتركيب الكيميائي الذي تنتمي إليه النواة المشعة

قوانين التناقص الاشعاعي :

يخضع عدد الأنوية الإبتدائية المتبقية في عينة مشعة لقانون التناقص الإشعاعي التالي :

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

حيث :

λ : يسمى ثابت النشاط الإشعاعي

N_0 : يمثل عدد الأنوية في اللحظة $t = 0s$

زمن نصف العمر :هو الزمن اللازم لتفكك نصف الأنوية الإبتدائية المشعة حيث : $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$

-ثابت النشاط الإشعاعيλ : يسمح ثابت النشاط الإشعاعي λ من التعرف على زمن مميز لنواة مشعة يسمى ثابت الزمن رمزه τ ويعرف بالعلاقة التالية: $\lambda = \frac{1}{\tau}$ التالية $\lambda = \frac{1}{\tau}$

البرهان على العلاقة التالية : $t_{1/2} = \frac{Ln\,2}{\lambda}$

$$\begin{cases} N(t_{1/2}) = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \\ N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} \end{cases} \Rightarrow N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

بإدخال ال Ln إلى الطرفين نجد : $Ln\left(\frac{1}{2}\right) = Ln\left(e^{-\lambda t_{1/2}}\right) \Rightarrow -Ln2 = -\lambda t_{1/2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{Ln\,2}{\lambda}$

العلاقة بين τ و $t_{1/2}$: $\lambda = \frac{1}{\tau} \quad et \quad \lambda = \frac{Ln2}{t_{1/2}} \Rightarrow t_{1/2} = \tau \times Ln2$

نشاط عينة مشعة :يعرف نشاط منبع مشع، عدد التفككات في وحدة الزمن وهو عدد موجب .

وحدته تسمى البيكريل يرمز له بالرمز $B\,q$. و يستعمل عداد جيجر لحساب النشاط الإشعاعي لعينة ماحيث يحسب عدد التفككات في وحدة الزمن حيث :

$$A(t)=-\frac{dN}{dt}=-\lambda N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A(t)=\lambda N(t)$$

$$A_0=\lambda N_0$$

$$A(t)=\lambda N_0 e^{-\lambda t}=A(t)=A_0 e^{-\lambda t}$$

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

ملاحظة 01 : عند إستعمال العلاقة : $A_0=\lambda N_0$, $A(t)=\lambda N(t)$

فإن λ : يكون ب : S^{-1} و A_0, A يكونان بـ البيكرل Bq

العلاقة بين الكتلة وعدد الأنوية وكمية مادة الانوية :

$$\begin{cases} M \rightarrow N_A \\ m \rightarrow N \end{cases} \Rightarrow N=\frac{N_A \times m}{M} \quad et \quad N_0=\frac{N_A \times m_0}{M}$$

وبالتعويض في هذه العلاقة نجد : $N(t)=N_0 e^{-\lambda t}$ $m(t)=m_0 e^{-\lambda t}$

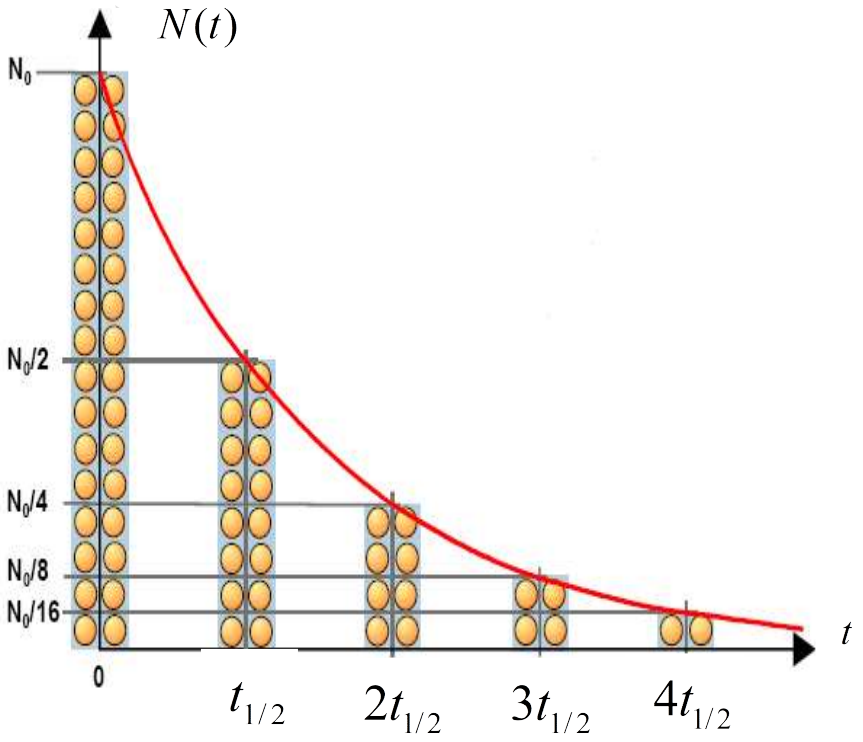
بيان انه عند اللحظة $t=nt_{1/2}$ يكون لدينا : $m(nt_{1/2})=\frac{m_0}{2^n}$.

$$m(t)=m_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow m(nt_{1/2})=m_0 e^{-\lambda \times nt_{1/2}} \Rightarrow m(nt_{1/2})=m_0 e^{-nLn2}$$

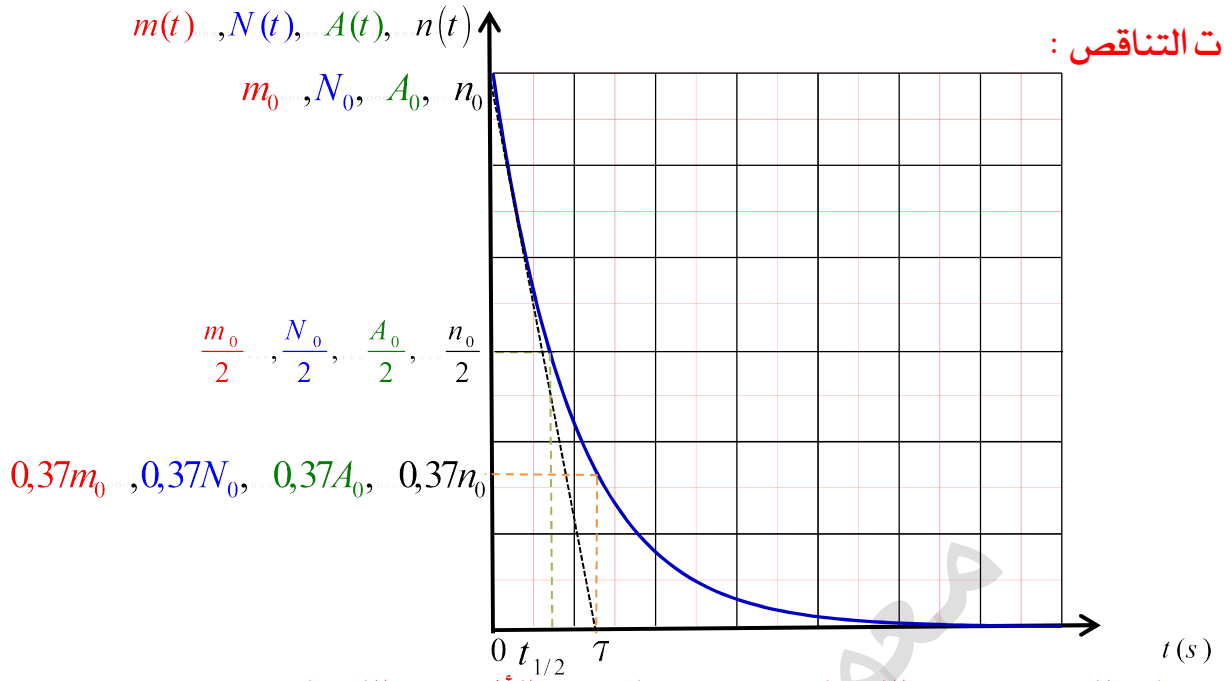
$$m(nt_{1/2})=m_0 e^{-nLn2} \Rightarrow m(nt_{1/2})=m_0 e^{-Ln2^n} \Rightarrow m(nt_{1/2})=m_0 \frac{1}{e^{Ln2^n}} \quad m(nt_{1/2})=\frac{m_0}{2^n}$$

بصفة عامة :

$$N(nt_{1/2})=\frac{N_0}{2^n} \quad A(nt_{1/2})=\frac{A_0}{2^n} \quad n(nt_{1/2})=\frac{n_0}{2^n} \quad m(nt_{1/2})=\frac{m_0}{2^n}$$



مخططات التناقص :



بيان أن مماس للمنحنى عند اللحظة $t=0s$ يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t=\tau$

لدينا معادلة المماس : $m(t)=at+b$

عند اللحظة $t=0s$ يكون $a=\frac{dm}{dt}=\frac{d\left(m_0e^{-\lambda t}\right)}{dt}\Rightarrow a=-\lambda m_0e^{-\lambda t}$ و $a=-\lambda m_0$ و $b=m_0$

عندما يقطع المماس محور الأزمنة يكون : $m(t)=0$

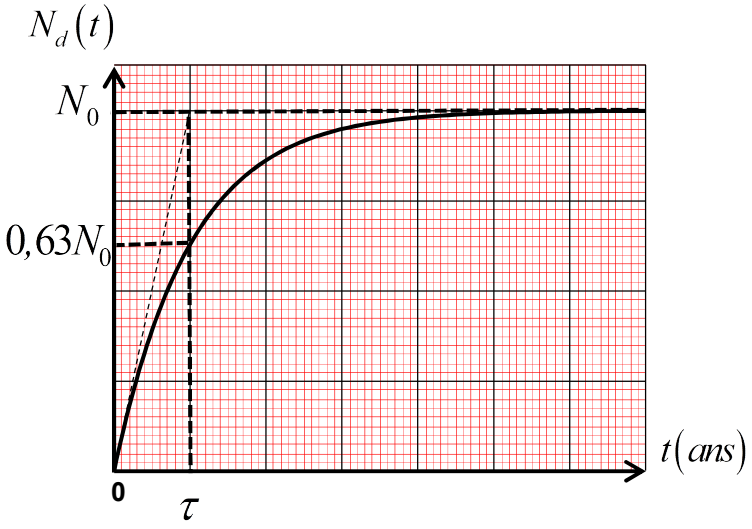
بالتعويض نجد $-\lambda m_0t+m_0=0\Rightarrow -\lambda m_0t=-m_0\Rightarrow \frac{1}{\tau}t=1\Rightarrow t=\tau$

كتلة الأنوية المتفككة m_d هذه العلاقة في حالة حالة التفكك β

β حالة التفكك $m_0=m(t)+m_d\Rightarrow m_d=m_0-m(t)\Rightarrow m_d=m_0-m_0e^{-\lambda t}$ $\boxed{m_d=m_0\left(1-e^{-\lambda t}\right)}$

عدد الانوية المتفككة N_d

هذه العلاقة في حالة حالة التفكك β $N_d=N_0-N(t)\Rightarrow N_d=N_0-N_0e^{-\lambda t}$ $\boxed{N_d=N_0\left(1-e^{-\lambda t}\right)}$



النسبة المئوية للأنوية المتفككة

$$r=\left(\frac{|\Delta N|}{N_0}\right)\times 100=\left(\frac{|N_0-N|}{N_0}\right)\times 100=\left(1-\frac{N}{N_0}\right)\times 100 \Rightarrow \quad r=\left(1-\frac{N}{N_0}\right)\times 100$$

$$r=\left(\frac{|\Delta A|}{A_0}\right)\times 100=\left(\frac{|A_0-A|}{A_0}\right)\times 100=\left(1-\frac{A}{A_0}\right)\times 100 \Rightarrow \quad r=\left(1-\frac{A}{A_0}\right)\times 100$$

$$r=\left(1-e^{-\lambda t}\right)\times 100$$

النسبة المئوية للأنوية المتبقية

$$r=\frac{N(t)}{N_0}\times 100 \qquad r=\frac{N_0 e^{-\lambda t}}{N_0}\times 100 \Rightarrow \quad r=e^{-\lambda t}\times 100$$

المدة الزمنية لتفكك 75% من عدد الأنوية الإبتدائية

أولا نحسب عدد الأنوية المتبقية: $N(t)=N_0-N_d \Rightarrow N(t)=N_0-0,75N_0 \Rightarrow \quad N(t)=0,25\ N_0=\frac{1}{4}N_0$

$$N(t)=N_0\,e^{-\lambda t}=\frac{1}{4}N_0 \Rightarrow e^{-\lambda t}=\frac{1}{4} \Rightarrow Ln\left(e^{-\lambda t}\right)=Ln\left(\frac{1}{4}\right)=-\lambda t=-Ln\,4 \Rightarrow \quad t=\frac{Ln\ 4}{\lambda}$$

مبدأ التأريخ بالكربون :

استعمالات النشاط الإشعاعي في مجال التأريخ

1-تأريخ الكائنات الحية (النبات والحيوان)

مبدأ التأريخ بالكربون المشع:

يمثل الكربون $^{14}_{6}C$ إلى الكربون $^{12}_{6}C$ في الجو نسبة ثابتة تساوي $1,3.10^{-12}$

مادام الكائن حيا تبقى نسبة الكربون فيه هي نفس النسبة في الجو. وبعد مماته يتوقف التبادل مع الجو، وبما أن الكربون $^{14}_{6}C$ ذو نشاط إشعاعي فإن عدد أنويته تتناقص.

لتحديد عمر عينة لكائن ميت (نبات أو حيوان)، نقيس نشاطها الإشعاعي $A(t)$ بواسطة عداد جيجر مولر عند لحظة العثور عليها، ثم نقيس النشاط الإشعاعي A_0 لعينة حية مماثلة لها (في الطبيعة والتركيب).

ولتحديد عمر العينة نستخدم قانون التناقص الاشعاعي

عمر العينة $t=-\frac{1}{\lambda}\ln\frac{A(t)}{A_0}$ $\quad A(t)=A_0.e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0}=e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\frac{A(t)}{A_0}=-\lambda t \Rightarrow$

ملاحظة : $t=-\frac{1}{\lambda}Ln\frac{A(t)}{A_0}$ أو $t=-\frac{1}{\lambda}Ln\frac{N(t)}{N_0}$ أو $t=-\frac{1}{\lambda}Ln\frac{m(t)}{m_0}$ أو $t=-\frac{1}{\lambda}Ln\frac{n(t)}{n_0}$

مثال: وجدت في مغارة ما قبل التاريخ قطعة من خشب قيست بواسطة عداد جيجر مولر عدد تفككاتها في الدقيقة بـ (1.6) بينما عدد التفككات في الدقيقة لقطعة خشب مماثلة لها نفس الكتلة مقطوعة حديثا قيست بـ (11.5). تعطى زمن نصف العمر لـ $^{14}_{6}C$ $t_{1/2}=5570ans$.

1ـ أحسب النشاط (A) للقطعة المعثور عليها والنشاط (A_0) للقطعة المقطوعة حديثا.

من تعريف النشاطية هي عدد التفككات الحادثة خلال ثانية

اذن :

$$A=-\frac{\Delta N}{\Delta t}=\frac{1.6}{60}=0.0267Bq$$

$$A_0=-\frac{\Delta N}{\Delta t}=\frac{11.5}{60}=0.1917Bq$$

2ـ أحسب عمر قطعة الخشب التي عثر عليها.

$$t=-\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln\frac{A}{A_0}=-\frac{5570}{\ln 2}\ln\frac{0.0267}{0.1917}\Rightarrow \quad t=15841ans$$

2ـ تأريخ البحيرات الجوفية

مبدأ التأريخ بالكلور المشع: نستطيع تأريخ البحيرات الجوفية بواسطة الكلور المشع $^{36}_{17}Cl$

- في البحيرات المياه السطحية او الراكدة يتواجد فيها الكلور المشع $^{36}_{17}Cl$ بنسبة جيدة و يتفكك و يعوض باستمرار من الجو اذن نعتبر عدد أنوية المياه السطحية ابتدائية $N_0(^{36}_{17}Cl)$
- في المياه الجوفية يتفكك النظير المشع $^{36}_{17}Cl$ و لكن لا يعوض اذن نعتبرها انوية متبقية $N(t)(^{36}_{17}Cl)$

عمر البحيرة $t=-\frac{1}{\lambda_{Cl}}\ln\frac{N(t)}{N_0}$

مثال: من أجل معرفة بركة وجدنا فيها عدد الأنوية الجوفية للكلور $^{36}_{17}Cl$ المشع يمثل 39% من عدد الانوية الموجودة في المياه السطحية و اذا علمت أن زمن نصف العمر للكلور المشع $t_{1/2}=301000ans$

- قدر عمر هذه البركة

الإجابة:

$$N(t)=39\%N_0\Rightarrow N(t)=\frac{39}{100}N_0\Rightarrow N(t)=0,39N_0\Rightarrow \frac{N(t)}{N_0}=0,39$$

$$t=-\frac{1}{\lambda_{Cl}}\ln\frac{N(t)}{N_0}\Rightarrow \quad t=-\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln\frac{N(t)}{N_0}=-\frac{301000}{\ln 2}\ln(0,39)\Rightarrow \quad t=4,1\times10^5ans$$

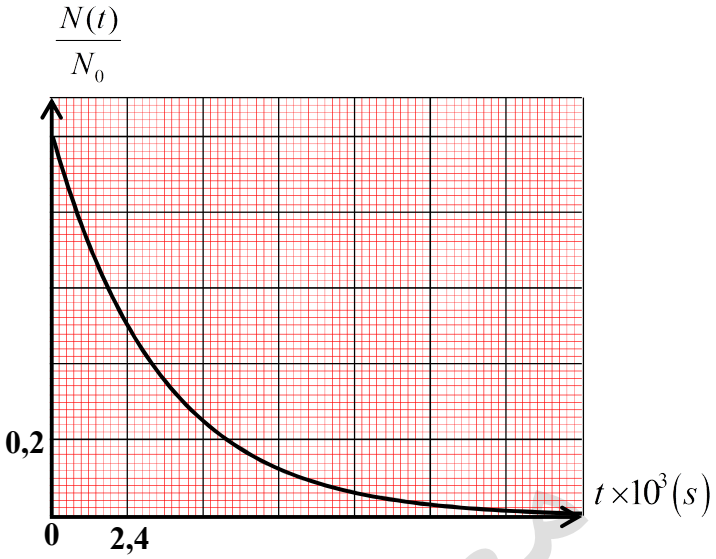
ـ تأريخ الصخور والبراكين

مبدأ التأريخ بالأرغون: نستطيع تأريخ الصخور والبراكين بواسطة الأرغون $^{40}_{18}Ar$ الذي ينتج من تفكك أنوية البوتاسيوم المشع ^{40}K الموجود في الصخور وفق المعادلة $^{40}_{19}K\rightarrow{}^{40}_{18}Ar+{}^{0}_{+1}\beta$

عمر الصخرة : $t=\frac{1}{\lambda_K}\ln\left(1+\frac{N_{Ar}(t)}{N_K}\right)$

البيانات التي تصادفها في وحدة "التحولات النووية

المنحنى الاول :



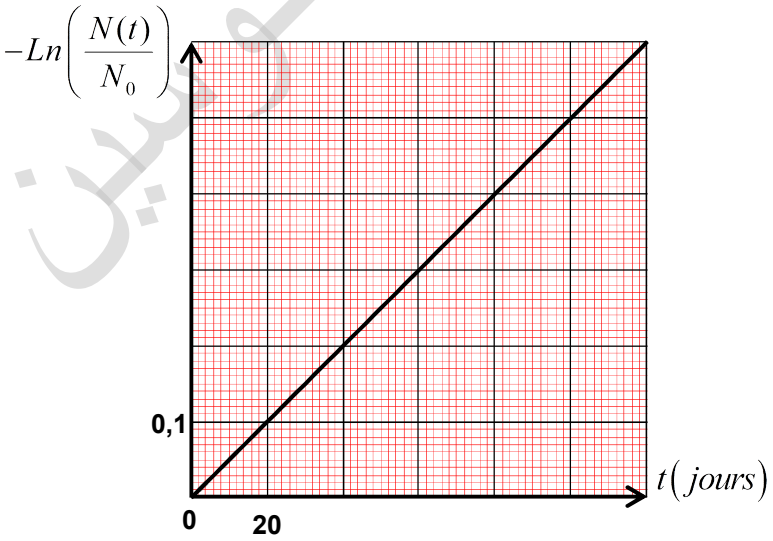
1ـ تعيين قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$

$$N(t)=N_0e^{-\lambda t}\Rightarrow\frac{N(t)}{N_0}=e^{-\lambda t}\Rightarrow\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)_{t_{1/2}}=e^{-\lambda t_{1/2}}\Rightarrow\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)_{t_{1/2}}=e^{-Ln2}\Rightarrow\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)_{t_{1/2}}=\frac{1}{e^{Ln2}}$$

وبالإسقاط على محور الفواصل نجد : $\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)_{t_{1/2}}=\frac{1}{2}\Rightarrow\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)_{t_{1/2}}=0,5$

$t_{1/2}=2,24\times10^3s$

المنحنى الثاني :



جـ كتابة قانون التناقص الإشعاعي : $N(t)=N_0e^{-\lambda t}\Rightarrow\frac{N(t)}{N_0}=e^{-\lambda t}\Rightarrow-Ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)=\lambda t$

البيان عبارة عن خط مستقيم معادلة من الشكل : $-Ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)=at$

ومنه قانون التناقص الإشعاعي يتوافق مع البيان

د ـ إستنتاج قيمة λ ثابت التفكك(ثابت الإشعاع)

$$\begin{cases} -Ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)=\lambda t \\ -Ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)=a\,t \end{cases} \Rightarrow \lambda = a = \frac{\Delta\left[Ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)\right]}{\Delta t} \Rightarrow$$

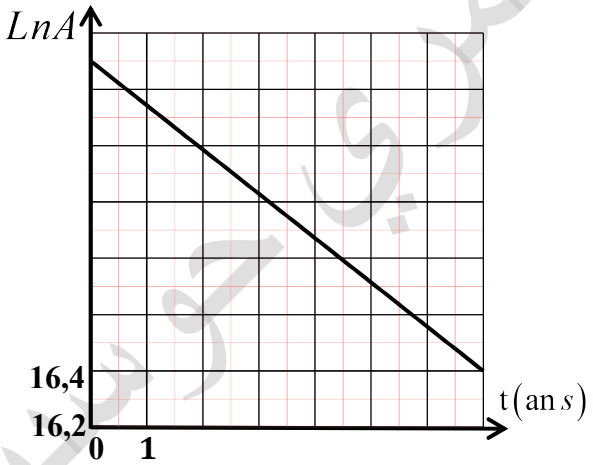
$$\lambda = \frac{0,4-0,1}{80-20} \Rightarrow \boxed{\lambda = 5\times10^{-3}\,jours^{-1}}$$

ـ عبارة زمن نصف عمر $^{210}_{84}Po$

$$\begin{cases} N(t_{1/2})=\frac{N_0}{2} \\ N(t_{1/2})=N_0\ e^{-\lambda t_{1/2}} \end{cases} \Rightarrow \frac{N_0}{2}=N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow \frac{1}{2}=e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow Ln\frac{1}{2}=Ln\left(e^{-\lambda t_{1/2}}\right) \Rightarrow -Ln\,2=-\lambda t_{1/2} \quad \boxed{t_{1/2}=\frac{Ln\,2}{\lambda}}$$

ـ حساب قيمته : $t_{1/2}=\frac{Ln\,2}{\lambda}=\frac{0,693}{5\times10^{-3}} \Rightarrow \boxed{t_{1/2}=138,6\,jours}$

المنحنى الثالث :



أ ـ كتابة عبارة النشاط الإشعاعي A بدلالة A_0 (قيمة النشاط في اللحظة $t=0$ وثابت التفكك الإشعاعي λ والزمن t

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

ب ـ إثبات أن: $LnA=-\lambda t+LnA_0$

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

$$LnA(t)-LnA_0=-\lambda t$$

$$\boxed{LnA(t)=-\lambda t+LnA_0}$$

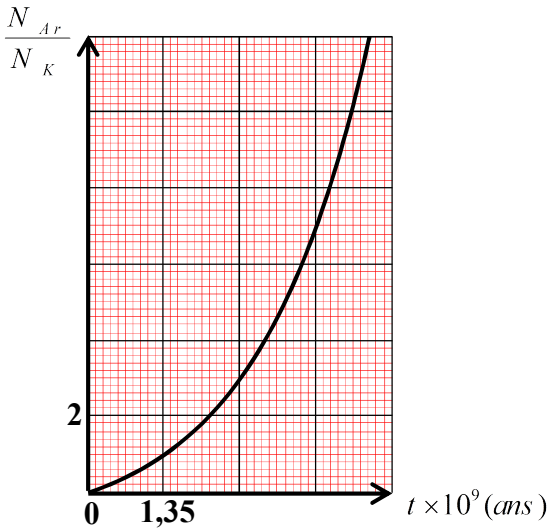
جـ ـ إيجاد من البيان قيمة ثابت التفكك الإشعاعي λ

المعادلة البيانية $LnA(t)=at+LnA_0$ المعادلة النظرية $LnA(t)=-\lambda t+LnA_0$

بالمطابقة نجد : $\lambda=-a=\frac{16,4-17,5}{(7-0)\times365\times24\times3600} \Rightarrow \lambda=-a \quad \boxed{\lambda=4,98\times10^{-9}s^{-1}}$

إستنتاج زمن نصف العمر $\boxed{t_{1/2}=1,39\times10^{8}s}$

المنحنى الرابع :



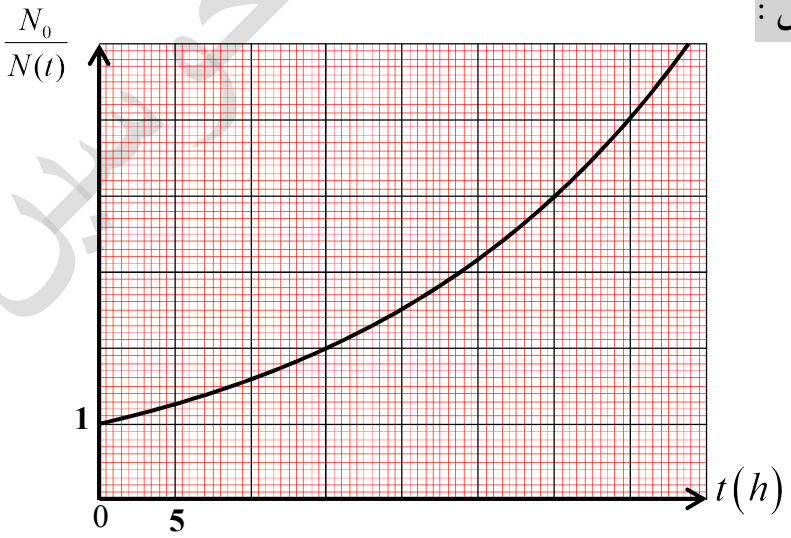
3ـ إيجاد زمن نصف العمر ^{40}K بيانيا: البوتاسيوم ^{40}K الموجود في الصخور يتفكك إلى غاز الأرغون ^{40}Ar

$$N_K(t)=N_{0K}-N_{Ar}\Rightarrow N_{Ar}=N_{0K}-N_K\Rightarrow \frac{N_{Ar}}{N_K}=\frac{N_{0K}}{N_K}-1\Rightarrow\frac{N_{Ar}}{N_K}=\frac{N_{0K}}{N_{0K}e^{-\lambda t}}-1\Rightarrow \boxed{\frac{N_{Ar}}{N_K}=e^{\lambda t}-1}$$

لدينا $\frac{N_{Ar}}{N_K}=e^{\lambda t}-1\Rightarrow\left(\frac{N_{Ar}}{N_K}\right)t_{1/2}=e^{\lambda t_{1/2}}-1\Rightarrow\left(\frac{N_{Ar}}{N_K}\right)t_{1/2}=e^{Ln2}-1\Rightarrow\left(\frac{N_{Ar}}{N_K}\right)t_{1/2}=2-1$

وبالإسقاط على محور الفواصل نجد : $\left(\frac{N_{Ar}}{N_K}\right)t_{1/2}=1$ $\boxed{t_{1/2}=1,35\times10^9 ans}$

المنحنى الخامس :



ـ تعيين قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$

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

$$\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)_{t_{1/2}}=e^{\lambda t_{1/2}}\Rightarrow\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)_{t_{1/2}}=e^{Ln2}\Rightarrow\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)_{t_{1/2}}=2$$

وبالإسقاط على محور الفواصل نجد : $\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)_{t_{1/2}}=2$ $\boxed{t_{1/2}=15\,h}$

Maameri Houcine
Physics
دروس الدعم والتقوية
Chlef
Tel:06-74-24-42-70

- **علاقة التكافؤ بين الكتلة والطاقة** : $E = mc^2$

c : **سرعة الضوء في الفراغ حيث** : $c = 3\times10^8\, m/s$

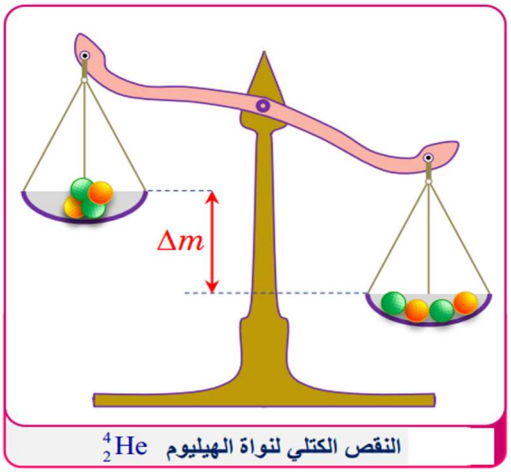
ملاحظة : بعض تحويلات الطاقة

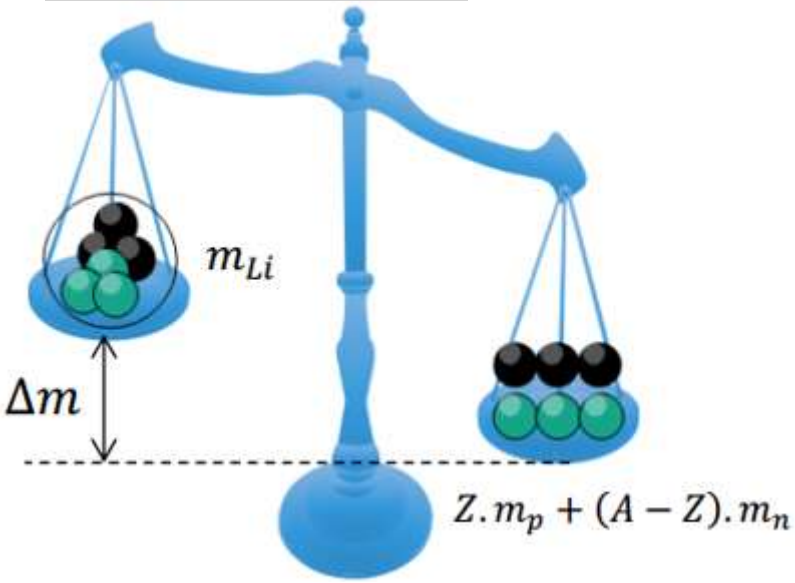
$$1eV = 1,6\times10^{-19}\,J$$
$$1MeV = 10^6\,eV$$
$$1MeV = 1,6\times10^{-13}\,J$$
$$1u = 931,5\,MeV/C^2$$

- **وحدة الكتلة الموحدة** : $1u = 1,66\times10^{-27}\,kg$

$$1u = \frac{1}{12}m_{^{12}_6C}$$
$$= \frac{1}{12}\cdot\frac{M}{N_a}$$
$$= \frac{1}{12}\cdot\frac{12\,.\,10^{-3}}{6.02\,.\,10^{23}}$$
$$1u = 1.66\,.\,10^{-27}\ kg$$

- **النقص الكتلي** (Δm) : $\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - m\left(^A_Z X\right)$





النقص الكتلي لنواة الهيليوم ^4_2He

النقص الكتلي لنواة الليثيوم

- عندما نجمع النيكليونات في النواة تنقص الكتلة (النقص الكتلي (Δm) لتتحول الى طاقة نسميها "طاقة التماسك النووي رمزها E_l

- **طاقة ربط النواة** E_l :

النقص الكتلي Δm يتحول إلى طاقة تعمل على ربط النويات ببعضها تسمى طاقة الربط E_l و

هي الطاقة التي يجب توفيرها لنواة في حالة سكون لفصل نيكليوناتها و تبقى في حالة سكون

حيث أن : $E_l = \Delta m.C^2 = \left[Zm_p + (A-Z)m_n - m\left({}^{A}_{Z}X\right)\right]\times C^2$

ملاحظة : $E_l(J) = \Delta m(Kg)C^2$

$E_l(MeV) = \Delta m(u)931,5$

مثال 1/ أحسب طاقة الربط النواة لـ: ${}^{235}_{92}U$

$m({}^{235}_{92}U) = 235,04392u$ ، كتلة البروتون $m(p) = 1,00728\ u$ وكتلة النترون $m(n) = 1,00866\ u$ ،

$1u = 931,5MeV/C^2$

الحل : 1-طاقة الربط النواة لـ : ${}^{235}_{92}U$ ،

$El = \Delta m \times C^2 = \left[Zmp + (A-Z)mn - m\left({}^{235}_{92}U\right)\right]\times C^2$

$El = \left[92\times 1,00728 + (235-92)\times 1,00866 - 235,04392\right]u\times C^2$

$El = 1,941u\times C^2 = \left(1,9139\times \frac{931,5MeV}{C^2}\right)\times C^2$ $\quad El\left({}^{235}_{92}U\right) = 1782,79MeV$

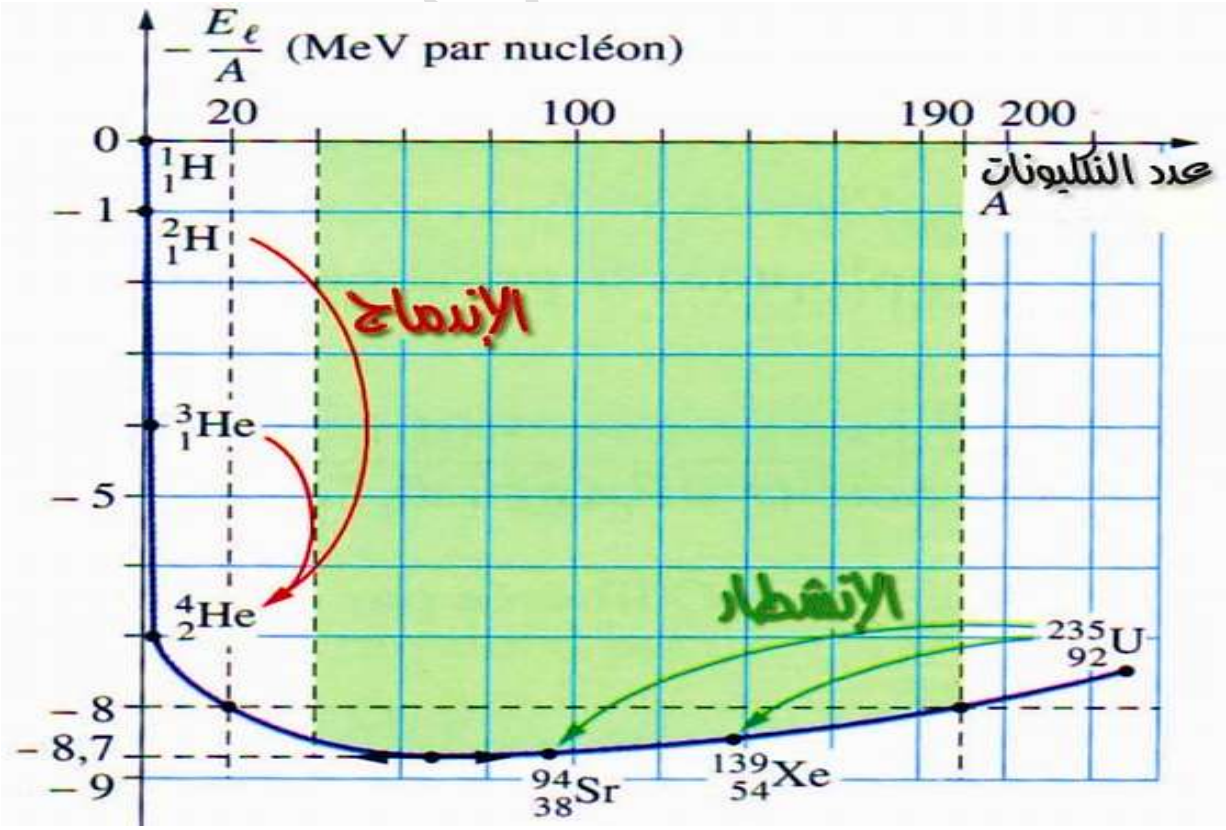
ـ طاقة الربط لكل نوية أو نيكليون E : $E = \frac{E_l}{A}$

ـ "كلما كانت طاقة الربط لكل نيكليون ذات قيمة كبيرة كلما كانت النواة أكثر استقرارا"

مثال : لدينا طاقة الربط لنواة لـ ${}^{63}_{29}Cu$ $El\left({}^{63}_{29}Cu\right) = 536,5MeV$

المقارنة بين الطاقتين : $El\left({}^{235}_{92}U\right) > El\left({}^{63}_{29}Cu\right)$ ولكن النحاس ${}^{63}_{29}Cu$ أكثر إستقرار من اليورانيوم ${}^{235}_{92}U$

مخطط استون :



لماذا استعمل العالم الانجليزي أستون في رسم منحناه $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$ بدل $\left(\frac{E_L}{A}\right)$ ؟

يقول العالم الإنجليزي نيوتن بأن الاجسام تكون أكثر استقرارا كلما اقتربت من مركز الأرض، أي عندما تكون طاقتها الكامنة الثقالية أصغر ما يمكن، أراد العالم أستون الحفاظ على نفس الفكرة، لكن باستقرار الأنوية، فجعل الأنوية الأكثر استقرارا في الأسفل، فلهذا استعمل $\left(-\frac{E_L}{A}\right)$ في منحناه

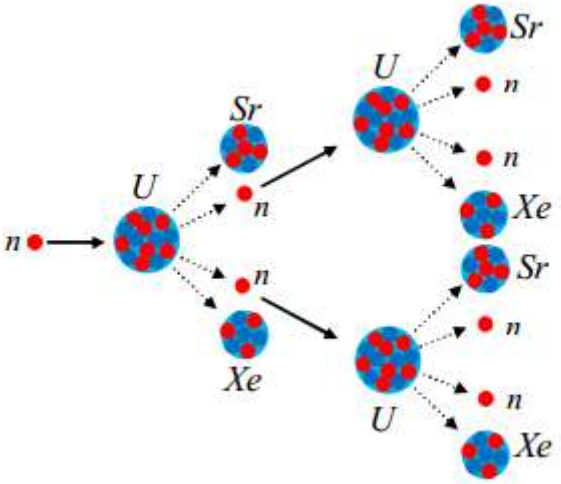
ـ الإنشطار: هو تفاعل نووي مفتعل يتم خلاله قذف نواة ثقيلة بواسطة نترون فتنتج نواتين أخف و نترونات أكثر إستقرارا.

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{37}Rb + ^{141}_{55}Cs + ^{1}_{0}n$$

ـ نستعمل نترون بطئ لكي لا يخترق النواة

الأنشطار النووي إنشطار تسلسلي ومغذي

النيترونات المنبعثة تستهدف بدورها أنوية يورانيوم أخري محدثة تفاعلات إنشطارية وهكذا تتضاعف الآلية وتكون التغذية ذاتية



الطاقة المحررة من تفاعل E_{lib} الإنشطار

$$E_{lib} = \Delta m.C^2$$

$$\Delta m = \left[\sum m_i - \sum m_f\right].C^2$$

مثال : ليكن تفاعل الإنشطار النووي التالي : $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{139}_{54}Xe + 3^{1}_{0}n$

1ـ أوجد الطاقة المحررة من هذا التفاعل E_{lib}

المعطيات

$m(^{94}_{38}Sr) = 93,8944u \quad m(n) = 1,0086u \quad , \quad m(p) = 1,0072u \quad , \quad m(^{139}_{54}Xe) = 138,8894u \quad , : \quad m(^{235}_{92}U) = 235,0439u$

الحل :

1ـ إيجاد الطاقة المحررة من هذا التفاعل :

$$E_{lib} = \Delta m.C^2$$

$$\Delta m = \left[\sum m_i - \sum m_f\right] = \left[m(U) + m(n)\right] - \left[m(Sr) + m(Xe) + 3m(n)\right]$$

$$\Delta m = [235{,}0439 + 1{,}0086] - [93{,}8944 + 138{,}8894 + (3 \times 1{,}0086)]$$

$$\Delta m = 0{,}2429u$$

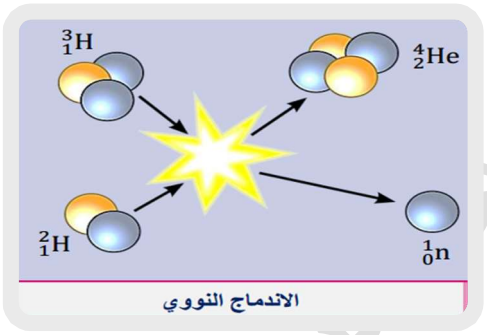
$$E_{lib} = \Delta m \times 931{,}5 \Rightarrow \quad E_{lib} = 226{,}26MeV$$

2-1 إيجاد الطاقة المحررة :

- تفاعل الإندماج :

الإندماج النووي هو إتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا وأكثر إستقرارا. مثال :

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



مثال : ليكن تفاعل الإندماج النووي التالي : ${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$

2- أوجد الطاقة المحررة من هذا التفاعل

المعطيات

$m(p) = 1{,}0072u$ ، $m(n) = 1{,}0086u$ ، $m({}_2^4He) = 4{,}002603u$ ، $m({}_1^3H) = 3{,}016049u$ ، : $m({}_1^2H) = 2{,}0014104u$

الحل :إيجاد الطاقة المحررة من هذا التفاعل :

$$\Delta E = E_{lib} = \Delta m.C^2$$

$$\Delta m = \left[\sum m_i - \sum m_f\right] = \left[m({}_1^2H) + m({}_1^3H)\right] - \left[m({}_2^4He) + m(n)\right]$$

$$\Delta m = [2{,}0014 + 3{,}016049] - [4{,}002603 + 1{,}00866]$$

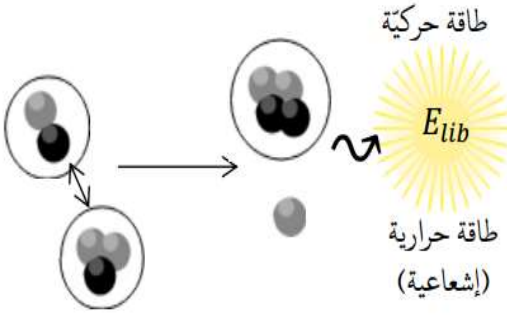
$$\Delta m = 0{,}0061u$$

$$E_{lib} = \Delta m \times 931{,}5 \Rightarrow \quad E_{lib} = 5{,}77MeV$$

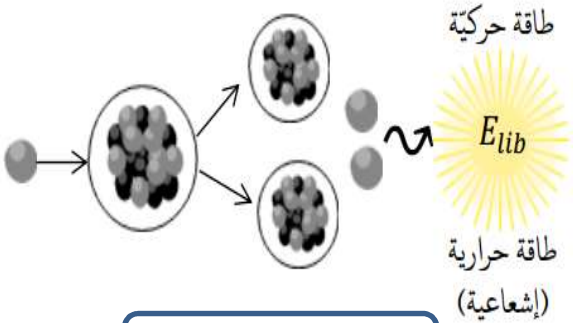
2-1 إيجاد الطاقة المحررة :

ملاحظة : على أي شكل تظهر الطاقة المحررة من تفاعل الانشطار النووي

1-على شكل طاقة حرارية 2-على شكل طاقة حركية 3-اشعاعات



الاندماج النووي



الانشطار النووي

كيف نعين الطاقة المحررة إنطلاقا من طاقة ربط النواة (هذا العنوان محذوف هذه السنة باك 2021)

لدينا التفاعل النووي الذي معادلته : ${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

$$E_{lib} = \Delta E = \sum E_L \text{ (النواتج)} - \sum E_L \text{ (المتفاعلات)}$$

$$E_{lib} = \Delta E = \left[El(X_3) + El(X_4)\right] - \left[El(X_1) + El(X_2)\right]$$

ملاحظات:

- لا يمكن أن يتحقق هذا الاندماج إلا إذا كانت للنواتين طاقة حركية تمكنهما من التغلب على قوى التأثيرات البينية التنافرية, ولتوفير هذة الطاقة نحدث رجا حراريا في درجة حرارة عالية (تقارب 10^8 K), لهذا ينبعث الاندماج النووي بالتفاعل النووي الحراري.
- يصاحب الاندماج النووي تحرير طاقة هائلة, وعليه يرتكز مبدأ القنبلة النووية الهيدروجينية (Bombe H).

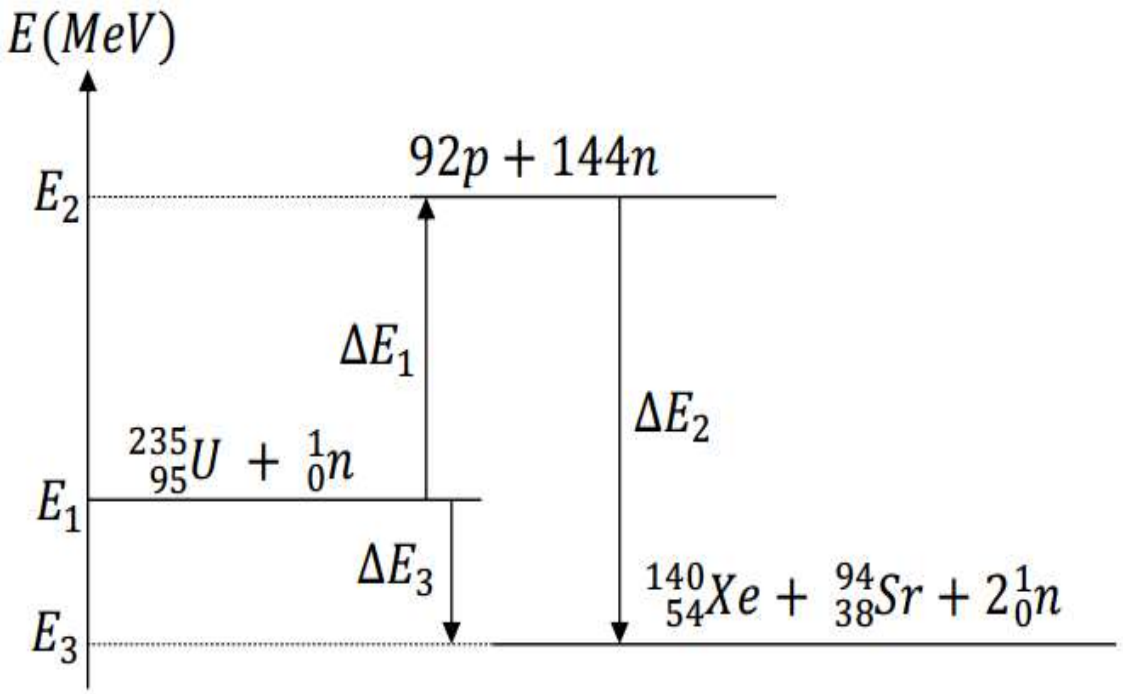
5. الحصيلة الطاقوية لتفاعل نووي : (هذا العنوان محذوف هذه السنة باك 2021)

نعتبر التفاعل النووي المنمذج بالمعادلة التالية : ${}^{A_1}_{Z_1}X + {}^{A_2}_{Z_2}X \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X + {}^{A_4}_{Z_4}X$

X : يمثل رمز النوى أو الدقائق (الجسيمات).

1ـ الحصيلة الطاقوية لتفاعل الانشطار : (هذا العنوان محذوف هذه السنة باك 2021)

مثال : ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 3\,{}^{1}_{0}n$



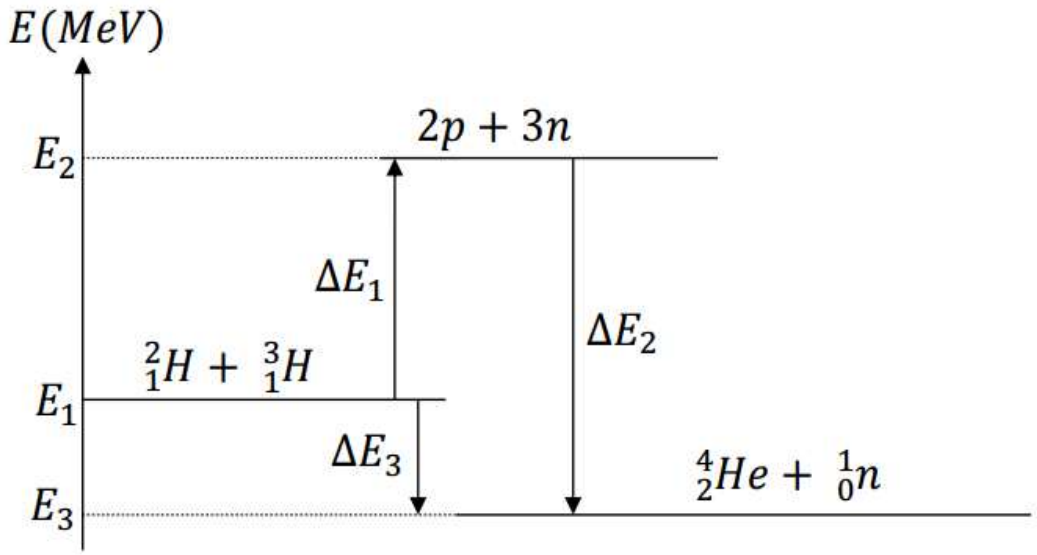
$$\Delta E_1 = E_l\left({}^{235}_{92}U\right)$$
$$\Delta E_2 = -\left[E_l\left({}^{94}_{38}Sr\right)+E_l\left({}^{140}_{54}Xe\right)\right]$$
$$\Delta E_3 = E_{lib}$$

$$\Delta E_1 = E_2 - E_1 = E_l\left({}^{235}_{92}U\right)$$
$$\Delta E_2 = E_3 - E_2 = -\left[E_l\left({}^{94}_{38}Sr\right)+E_l\left({}^{140}_{54}Xe\right)\right]$$
$$\Delta E_3 = E_3 - E_1 = \left[E_l\left({}^{94}_{38}Sr\right)+E_l\left({}^{140}_{54}Xe\right)\right]-E_l\left({}^{235}_{92}U\right)$$

حيث :

1ـ الحصيلة الطاقوية لتفاعل الاندماج : (هذا العنوان محذوف هذه السنة باك 2021)

مثال : ${}^{2}_{1}H+{}^{3}_{1}H\rightarrow{}^{4}_{2}He+{}^{1}_{0}n$



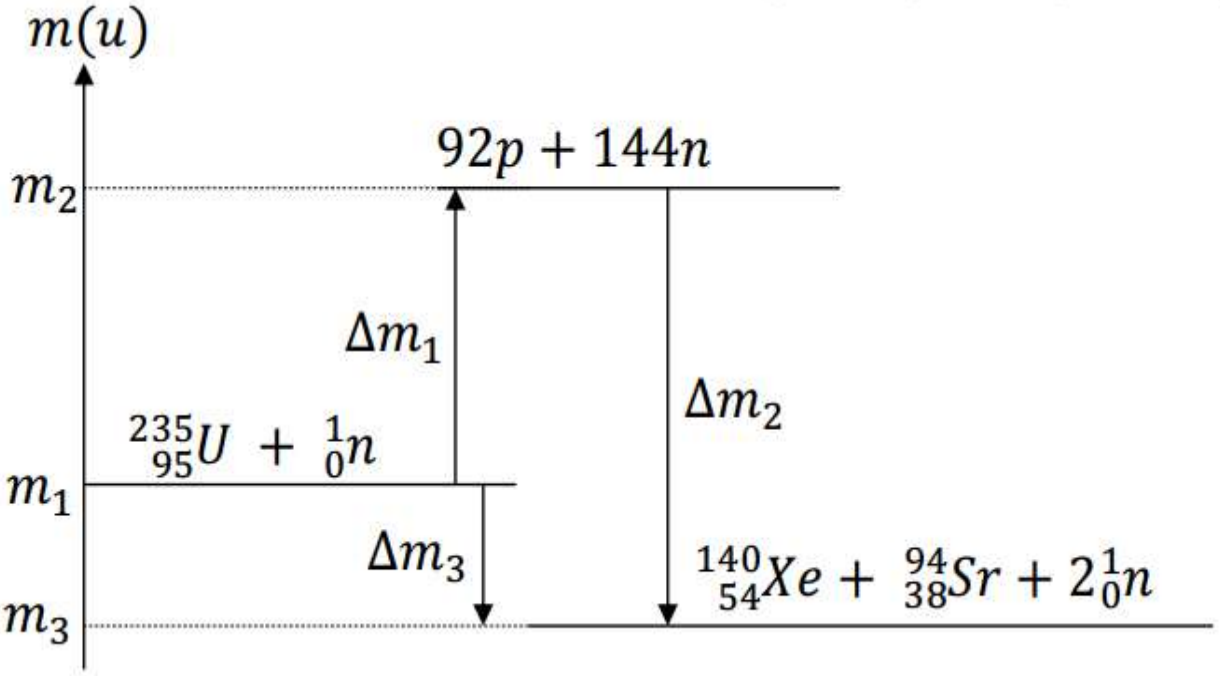
$$\Delta E_1 = E_l\left({}^{3}_{1}H\right)+E_l\left({}^{2}_{1}H\right)$$
$$\Delta E_2 = -E_l\left({}^{4}_{2}He\right)$$
$$\Delta E_3 = E_{lib}$$

$$\Delta E_1 = E_2 - E_1 = E_l\left({}^{3}_{1}H\right)+E_l\left({}^{2}_{1}H\right)$$
$$\Delta E_2 = E_3 - E_2 = -E_l\left({}^{4}_{2}He\right)$$
$$\Delta E_3 = E_3 - E_1 = E_l\left({}^{4}_{2}He\right)-\left[E_l\left({}^{3}_{1}H\right)+E_l\left({}^{2}_{1}H\right)\right]$$

حيث :

الحصيلة الكتلية لتفاعل الانشطار (هذا العنوان محذوف هذه السنة باك 2021)

مثال : ${}^{235}_{92}U+{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{94}_{38}Sr+{}^{140}_{54}Xe+3\,{}^{1}_{0}n$



$$\Delta m_1 = m_2 - m_1 = \Delta m\left(^{235}_{92}U\right)$$
$$\Delta m_2 = m_3 - m_2 = -\left[\Delta m\left(^{94}_{38}Sr\right) + \Delta m\left(^{140}_{54}Xe\right)\right]$$
$$\Delta m_3 = m_3 - m_1$$

حيث :

ملاحظات :

1/ إن تفاعلات الإندماج تنتج أكثر طاقة من تفاعلات الإنشطار .

2/ يتطلب إندماج نواتين ، حدوث تصادم بينها ويتحقق ذلك على باكساب النواتين طاقة حركية كافية لمقاومة التنافر بينهما وهذا يوافق على سطح الكرة الأرضية درجة حرارة $10^{18}\,K$.

في النجوم وبسبب الجاذبية يتم الإندماج عند درجة حرارة . $15.10^{6}\,K$

I ـ منافع ومخاطر النشاط الإشعاعي :

1 ـ المنافع :

ـ إنتاج الطاقة الكهربائية ـ يستعمل في الطب(تشخيص الأمراض)
ـ إستعمالها كوقود (بعض الغواصات والسفن)
ـ يستعمل في التأريخ ـ البحث العلمي ـ الصناعة ـ الزراعة
ـ معالجة سرطان الغدة الدرقية

علاج الغدة الدرقية باليود المشع 131

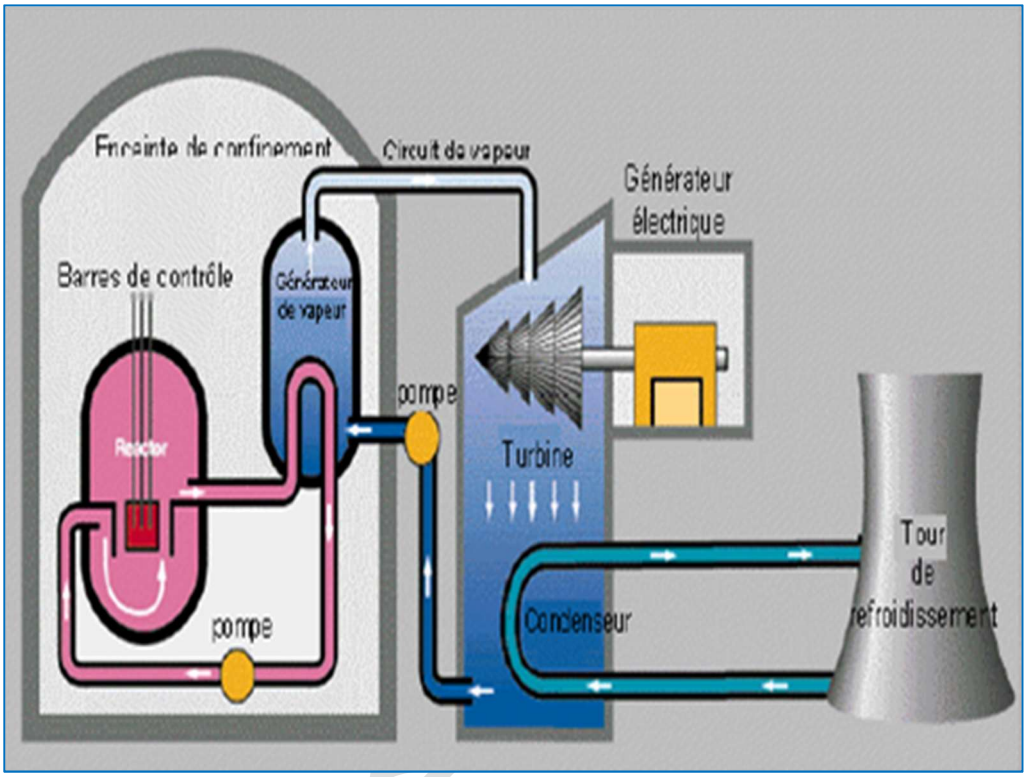
تأثير كارثة تشيرنوبيل النووية على البيئة

2 ـ المخاطر :

ـ أسلحة الدمار الشامل ـ الإشعاعات النووية تتسبب في إحداث تشوهات خلقية(طفرة وراثية)
ـ التلوث النووي(نفايات نووية)

II. المفاعل النووي :

تعريف :هي مفاعلات نستعمل لإنتاج الطاقة الكهربائية ويستعمل فيها تفاعلين إما إنشطار وإما إندماج وهي أكثر إقتصادا من البترول.



مردود مفاعل نووي

$$r=\frac{E_{electrique}}{E_{libT}}\times 100 \Rightarrow r=\frac{E_{electrique}}{N.E_{lib}}\times 100 \qquad P=\frac{E_{electrique}}{t}$$

r مردود مفاعل نووي بـ $(\%)$ P الاستطاعة بالواط (W)

N عدد الانوية E_{lib} الطاقةالمحررة بـ(J) او (MeV) E_{libT} الطاقة الكلية المحررة بـ(J) او (MeV)

t الزمن بالثانية E_{ele} الطاقة الكهربائية بـ(J) او (MeV)