الوحـــدة الثانيـــــة

التحولات النووية

النشاط الإشعاعي

I- إستقرار و عدم استقرار الأنوية :

1- تذكير :

أ- تركيب النواة :

تتكون نواة ذرة من نيترونات و بروتونات تسمى : النويات .

يرمز لعدد النويات بالحرف A و يسمى العدد الكتلي و عدد البروتونات بالحرف z و يسمي العدد الذري أو الشحني .

عدد النيترونات يرمز له بالحرف N حيث : N=A-Z

تمثل نواة ذرة لعنصر X بالرمز : ${}^{A}_{Z}X$.

ب – النظائر :

ذرات لنفس العنصر تحتوي على نفس البروتونات (نفس Z) وتختلف من حيث عدد النيترونات (تختلف في A).

مثال : نظائر الهيدروجين

النظائر	${}^{1}_{1}H$	${}^{2}_{1}H\ (D)$	${}^{3}_{1}H\ (T)$
P	1	1	1
n	0	1	2
النسبة المؤوية	99,985	0,015	آثار قليلة

2- النشاط الإشعاعي : (دراسة نص وثائقي يتناول ظهور النشاط الإشعاعي)

النص :

في سنة 1895 اكتشف العالم الفيزيائي هنري بيكريل النشاط الإشعاعي عن طريق الصدفة حينما كان يقوم بأبحاث علمية على الأشعة X و علاقتها مع عملية الفسفرة التي تتمثل بتعريض بعض الأملاح لأشعة الشمس مدة زمنية لإثارتها و بعد ذلك تصبح الأملاح مشعة لمدة زمنية معينة تستعمل لأخذ الصور الإشعاعية في الطب .

-في يوم 26 فيفري 1896 إختار بيكريل أملاح اليورانيوم لتعريضها لأشعة الشمس و لكن ذلك اليوم كان يوما عاتما و مظلما تعذرعليه تعريض هذه الأملاح لأشعة ، فوضعها في درج مكتبه مع صفائح فوتوغرافية مكسوة بغشاء من ورق سميك أسود و عاتم اللون و هذا في انتظار يوم مشمس ، و في أول مارس من نفس السنة كان اليوم مشمسا قام بكريل بفتح درج مكتبه و تفحص الصفائح الفوتوغرافية فلاحظ بانبهار كبير أنها مثأثرة رغم عدم تعريض الأملاح للأشعة الشمسية .و سنتان بعد ذلك لاحظ الفيزيائيان بيير كوري و زوجته ماري كوري أن عنصر الثوريوم يبعث نفس الأشعة التي اكتشفها بيكريل .

كانت هذه الاكتشافات الخطوة الأساسية لانطلاق أبحاث أخرى أدت إلى التعرف و تصنيف

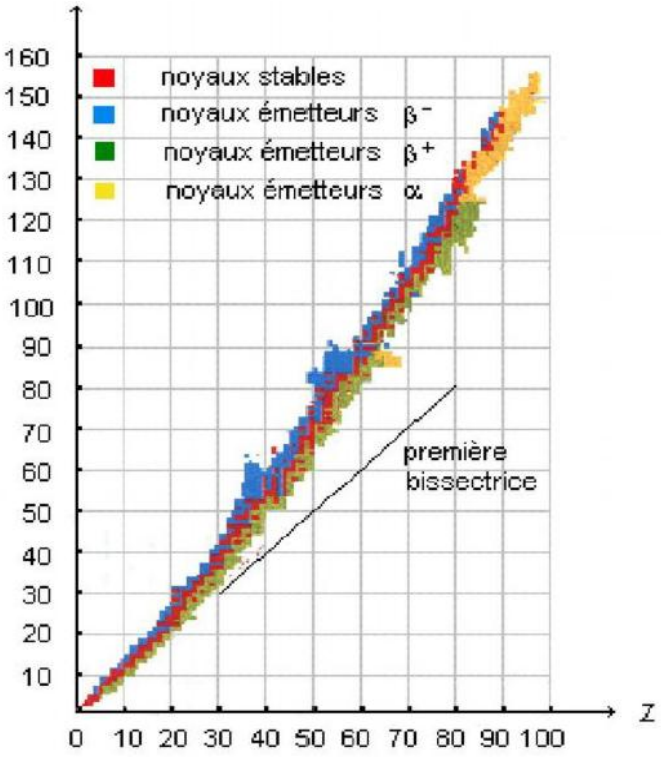
الأشعة المنبعثة من المواد المشعة حيث تم التعرف على الأشعة المنبعثة من اليورانيوم من طرف العالمان روذرفورد و صودي التي هي عبارة عن أنوية الهيليوم ^4_2He و سميت أشعة α

و في سنة 1900 تعرف بيكريل على نوع آخر من الإشعاعات النووية وهي β^- و بعد ذلك أبرز العالم الفرنسي بول فيلار وجود أشعة γ وهي عبارة عن موجات كهرومغاطيسية .

1-2 الإستقرارالنووي :

إشكالية : كيف يمكن للنكليونات (البروتونات و النيترونات) أن تبقى متماسكة بينما تخضع البروتونات إلى قوى تنافر كهربائي ؟.

- إن الإجابة على هذا السؤال يجعلنا نسلم بوجود قوة تماسك كبيرة بين النيكليونات تؤثر على مدى قصير جدا و تمنع من تنافر البروتونات وتضمن تماسك النواة تدعى : الفعل المتبادل القوي .
- يبين المخطط (N,Z) الذي يدعى مخطط سيقري مواقع الأنوية المستقرة و المشعة.



أ- منطقة الإستقرار :

يحتوي المخطط (N,Z) على منطقة وسطى (اللون الأحمر) تسمى منطقة الاستقرار و تمثل النوى المستقرة .

- بالنسبة لـ $Z \prec 20$:

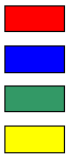
تلتقي منطقة الاستقرار مع المستقيم ذي المعادلة $N = Z$ هذا يعني أن النوى المستقرة تتساوى فيها عدد البروتونات و النيترونات.

- بالنسبة لـ $Z \succ 20$:

تكون منطقة الاستقرار فوق المستقيم ذي المعادلة (N,Z) و هذا يعني أن النواة لا يمكن أن تكون مستقرة في هذه الحالة إلا إذا كان $N \succ Z$

أ- أنوية غير مستقرة :

النوى الموجودة خارج منطقة الاستقرار تعتبر أنوية غير مستقرة و تنقسم حسب موقعها بالنسبة لمنطقة الاستقرار إلى ثلاثة أنواع :



أنوية مستقرة
أنوية باعثة للإشعاع β^-
أنوية باعثة للإشعاع β^+
أنوية باعثة للجسيمات α

✓ **نوى ثقيلة (N و Z كبيران):**

أعلى مجال الإستقرار يحدث لها تفكك و تكون مرفقة بانبعاث جسيمات α (أنوية ذرات الهيليوم ^4_2He) .

✓ **فوق مجال الاستقرار :**

يكون للأنوية غير المستقرة نشاط إشعاعي β^- تصدر جسيمات مماثلة للإلكترونات $\left(^0_{-1}e\right)$ وهي تحتوي على فائض من النترونات مقارنة مع أنوية مستقرة لها نفس العدد الكتلي A .

✓ **تحت مجال الاستقرار :**

يكون لهذه الأنوية الغير المستقرة نشاط إشعاعي β^+ تصدر جسيمات مماثلة للإلكترونات تحمل شحنة موجبة $\left(^0_{+1}e\right)$ تسمى البوزيتونات.

وهي تحتوي على فائض من البروتونات مقارنة مع أنوية مستقرة لها نفس العدد الكتلي A .

2.2 ـ النشاط الإشعاعي $(\alpha, \beta^-, \beta^+)$:

النشاط الإشعاعي تحول نووي تلقائي غير مرتقب في الزمن تتحول خلاله نواة غير مستقرة ${}^{A}_{Z}X$ (نواة أب) إلى نواة إبن ${}^{A_1}_{Z_1}Y$ بإصدار جسيم ${}^{A_2}_{Z_2}P$ يعبر عنه بالمعادلة:

$$\boxed{{}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1}Y + {}^{A_2}_{Z_2}P}$$

1.2.2 ـ قوانين الإنحفاظ لصودي :

خلال تحول نووي يحدث إنحفاظ للعدد الذري Z و العدد الكتلي A

$$\begin{cases} A = A_1 + A_2 \\ Z = Z_1 + Z_2 \end{cases}$$

2.2.2 ـ النشاط الإشعاعي α:

يميز الأنوية الثقيلة $A \succ 200$

ـ يكون لأنوية نشاط إشعاعي α إذا أصدرت أنوية الهيليوم وفق التفاعل التالي:

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

أمثلة :

1ـ ${}^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{A}_{Z} Po + {}^{4}_{2}He$

قوانين الإنحفاظ: $\begin{cases} 222 = A + 4 \\ 86 = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 218 \\ Z = 84 \end{cases}$

$${}^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{218}_{84} Po + {}^{4}_{2}He$$

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

3.2.2 ـ النشاط الإشعاعي β^- :

يكون لأنوية نشاط إشعاعي β^- إذا أصدرت إلكترونات $\left({}^{0}_{-1}e\right)$ وفق التفاعل النووي التالي:

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

ملاحظة : في التفكك يتحول نيترون إلى بروتون وفق التفاعل: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e$

أمثلة :

1ـ ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$

2ـ ${}^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Bi + {}^{0}_{-1}e$

4.2.2 ـ النشاط الإشعاعي β^+ :

يكون لأنوية نشاط إشعاعي β^+ إذا أصدرت بوزتون $\left({}^{0}_{+1}e\right)$ وفق التفاعل النووي التالي:

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

ملاحظة : في التفكك يتحول بروتون إلى نيترون وفق التفاعل: ${}^{1}_{1}P \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$

أمثلة :

1- ${}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}e$

2- ${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{+1}e$

5.2.2- النشاط الإشعاعي γ :

الإشعاع γ هو عبارة عن موجات كهرومغناطيسية طاقتها كبيرة جدا .

إذا كانت النواة الناتجة عن الأنشطة السابقة $(\alpha, \beta^-, \beta^+)$ في حالة إثارة فإنها تفقد إثارتها (تتخلص من فائض الطاقة) بإصدار الأشعة γ .

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

${}^{A}_{Z}X^{*}$: نواة متولدة في حالة إثارة

${}^{A}_{Z}X$: نواة متولدة في حالتها الأساسية.

أمثلة :

1-

$${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{224}_{86}Rn^{*} + {}^{4}_{2}He \quad (\text{نشاط } \alpha)$$

$${}^{224}_{86}Rn^{*} \rightarrow {}^{224}_{86}Rn + \gamma \quad (\text{إصدار أشعة } \gamma)$$

2-

$${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni^{*} + {}^{0}_{-1}e \quad (\text{نشاط } \beta^-)$$

$${}^{60}_{28}Ni^{*} \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + \gamma \quad (\text{إصدار أشعة } \gamma)$$

3ـ التناقص الإشعاعي :

3ـ1ـ الطابع العشوائي للنشاط الإشعاعي :

- عمل مخبري : رمي قطع النرد

3ـ2ـ قانون التناقص الإشعاعي :

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

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

$N(t+\Delta t)$: عدد الأنوية الغير المتفككة عند اللحظة $t+\Delta t$

يكون عدد الأنوية المتفككة خلال المدة Δt هو :

$$\Delta N = N_f - N_i = N(t+\Delta t) - N(t)$$

حيث $\Delta N \prec 0$ (عدد الأنوية المشعة تتناقص بمرور الزمن)

تبين الدراسات الإحصائية لعينة أن هذا العدد يتناسب مع :

- $N(t)$: عدد الأنوية غير المتفككة (المتبقية) عند اللحظة t
- Δt : المدة الزمنية.

$$\begin{cases} -\Delta N \ \alpha N(t) \\ -\Delta N \ \alpha \Delta t \end{cases} \Rightarrow -\Delta N \ \alpha N(t).\Delta t$$

$$\Rightarrow -\Delta N = \lambda.N(t).\Delta t$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta N}{N(t)} = -\lambda.\Delta t \ldots\ldots\ldots(1)$$

λ : مقدار موجب وحدته (s^{-1}).

$$(1) \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda.N(t)$$

من أجل Δt صغير جدا $(\Delta t \to 0)$

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta N}{N(t)} = \frac{dN}{dt} = N'(t)$$

$$\boxed{\frac{dN}{dt} = N'(t) = -\lambda.N(t)} \ldots\ldots(2)$$

العلاقة (2) معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى من الشكل : $y' = -\lambda.y$

حلها من الشكل : $y(t) = y_0 \exp(-\lambda t)$

y : هي الدالة و t هو المتغير

y_0 : تمثل قيمة الدالة من أجل $(t=0)$

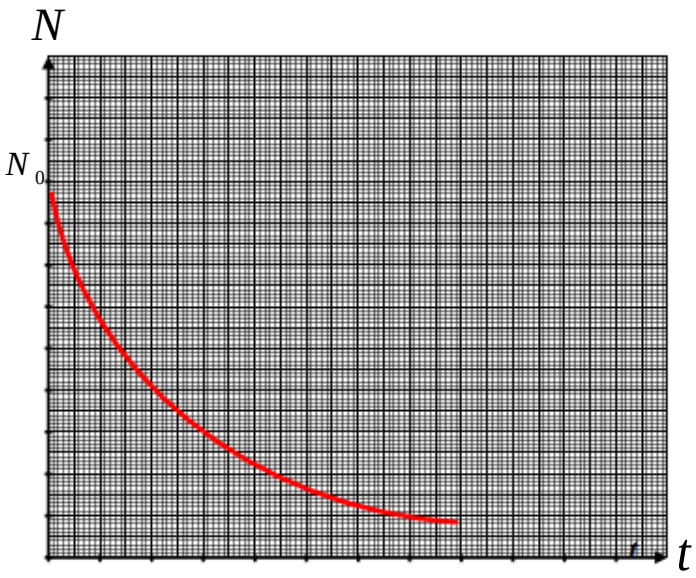
بالمطابقة نجد :

$$\boxed{N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)}$$

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

λ : ثابت النشاط الإشعاعي.

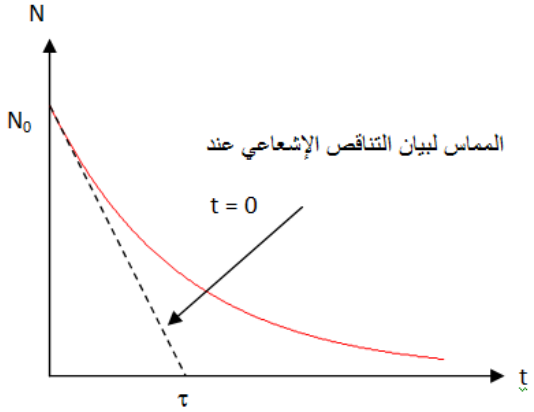
إن عدد الأنوية المشعة N تتناقص وفق دالة أسية تمثيلها البياني يعطى في الشكل المقابل.



3ـ 3ـ ثابت الزمن τ :

معادلة المستقيم المماس للبيان عند النقطة $(0,N_0)$ هي : $N = at + N_0$

a : ثابت يمثل ميل المستقيم.



نعلم أن : $N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda . N_0 . \exp(-\lambda t)$$

$$\left.\frac{dN}{dt}\right]_{t=0} = -\lambda . N_0 . \exp(-\lambda . 0) = -\lambda . N_0 = a$$

$$-\lambda . N_0 = -\frac{N_0}{\tau}$$

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

ـ من أجل $t = \tau$ يمكن أن نكتب :

$$N(\tau) = N_0 \exp(-\tau / \tau) = 0,37 . N_0$$

إذا عدد الأنوية المتفككة عند اللحظة $t = \tau$:

$$N(\tau) = N_0 - N(\tau) = 0,63 . N_0$$

3-4- زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

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

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

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \exp(-\lambda t_{1/2})$$

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

من أجل : $\tau = \frac{1}{\lambda}$

$$\boxed{t_{1/2} = \tau.\ln(2)}$$

3-5- نشاط منبع مشع :

- يعرف النشاط الإشعاعي $A(t)$ لعينة بعدد التفككات التي تحدث في الثانية و يعبر عنها بالعلاقة :

$$A(t) = |dN/dt| = \lambda N(t)$$

يقاس النشاط الإشعاعي بوحدة البكريل بحيث :

$$1Bq = \frac{1de\,\sin tegration}{1s}$$

($1Bq$ يوافق تفكك واحد خلال ثانية)

عبارة $A(t)$:

نعلم أن :

$$A(t) = |dN/dt| = \lambda.N(t)$$

$$A(t=0) = \lambda.N_0$$

لدينا : $N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$

$$A(t) = \lambda.N_0 \exp(-\lambda t)$$

ومنه :

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

4- تطبيق في مجال التأريخ :

4-1- مبدأ التأريخ بواسطة النشاط الإشعاعي :

إن تطور عينة من مادة مشعة يخضع إلى قانون التناقص في النشاط الإشعاعي :

$$N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$$

إن تحديد اللحظة t يستوجب معرفة كل من :

- N_0 : تمثل عدد الأنوية المشعة عند اللحظة $(t=0)$
- $N(t)$:عدد الأنوية غير المتفككة (المتبقية) عند اللحظة t
- λ : ثابت النشاط الإشعاعي.

$$t=\frac{1}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N(t)}=\tau\ln\frac{N_0}{N(t)}=\frac{t_{1/2}}{\lambda}\ln\frac{N_0}{N(t)}$$

كذلك:

$$t=\frac{1}{\lambda}\ln\frac{A_0}{A(t)}=\tau\ln\frac{A_0}{A(t)}=\frac{t_{1/2}}{\lambda}\ln\frac{A_0}{A(t)}$$

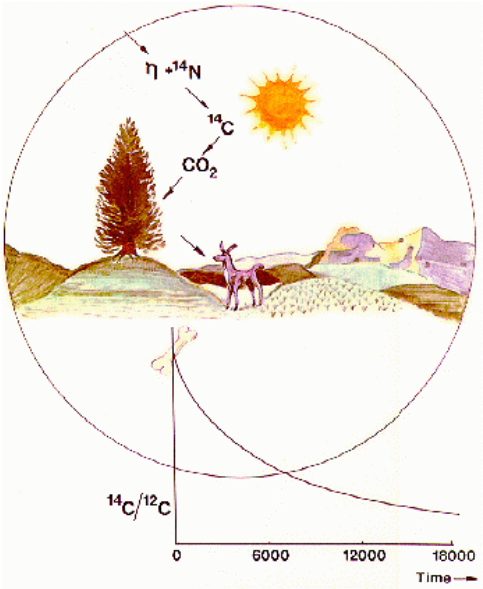
2.4- مبدأ التأريخ بالكربون 14 :

يمثل الكربون14 إلى الكربون12 في الجو نسبة ثابتة $\frac{^{14}_{6}C}{^{12}_{6}C}=10^{-12}$

مادام الكائن حيا تبقى نسبة الكربون به هي نفس النسبة في الجو.

بعد مماته يتوقف التبادل مع الجو ، وبما أن الكربون 14 ذو نشاط إشعاعي فإن عدد أنوية الكربون 14 تتناقص وفق قانون التناقص الإشعاعي.

لتحديد عمر عينة X من حفرية لكائن حي (مومياء مثلا) ، نقيس نشاطها الإشعاعي A(t) عند لحظة العثور عليها ، ثم نقيس النشاط الإشعاعي A_0 لعينة مشابهة حية (في الطبيعة والتركيب).



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

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

$$t = \frac{-1}{\lambda} \ln \frac{A(t)}{A_0}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A(t)} = \tau \ln \frac{A_0}{A(t)} = \frac{t_{1/2}}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A(t)}$$

كذلك :

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N(t)} = \tau \ln \frac{N_0}{N(t)} = \frac{t_{1/2}}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N(t)}$$

❖**تطبيق** 19 **ص** 106

II - التفاعلات النووية

II-1- التفاعلات التلقائية والتفاعلات المفتعلة :

هناك تفاعلات تلقائية مثل النشاط الإشعاعي و هناك تفاعلات مفتعلة (إصطناعية)

- أول تفاعل إصطناعي قام به العالم روذرفورد سنة 1919 هو قذف الأزوت بجسيمات α

$$\boxed{{}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}P}$$

إن الإشعاعات المنبعثة من مختلف التفاعلات النووية تحمل طاقة. **ما مصدر هذه الطاقة** ؟

II-2- علاقة التكافؤ بين الكتلة و الطاقة :

في سنة 1905 تمكن إنشطاين من التوصل إلى أنه هناك تكافؤ بين الطاقة والكتلة .

يملك كل جسيم كتلته m في حالة سكون طاقة كتلية نعبر عنها بالعلاقة :

$$\boxed{E = m.C^2}$$

E : تقدر في جملة الوحدات الدولية بالجول (j)

m : تقدر في جملة الوحدات الدولية بـ (Kg)

C : سرعة الضوء في الخلاء $C = 3.10^8 m/s$

نستنتج أنه كل تغير في الكتلة Δm لجملة ساكنة يوافقه تغير في طاقة كتلتها ΔE بحيث : $\Delta E = \Delta m.C^2$

II-3- وحدات الكتلة و الطاقة :

في السلم الذري نستعمل وحدات أخري للطاقة و الكتلة

أ- وحدة الكتل الذرية (u.m.A):

في الفيزياء النووية تكون كتلة الجسيمات بروتون و النيترون صغيرة جدا لهذا يفضل التعبير عنها بوحدة الكتل الذرية (u.m.A) بحيث :

$$\boxed{1u = 1.66 \,.\, 10^{-27}\ kg}$$

وحدة الكتل الذرية تمثل $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون ${}^{12}_{6}C$.

$$1u = \frac{1}{12} m_{{}^{12}_{6}C} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12 \,.\, 10^{-3}}{6.02 \,.\, 10^{23}} = 1.66 \,.\, 10^{-27}\ kg \quad \text{ومنه :} \begin{cases} 1mol \rightarrow N_A \\ n = \dfrac{m_{{}^{12}_{6}C}}{M} \rightarrow 1Atom \end{cases} \Rightarrow m_{{}^{12}_{6}C} = \frac{M_{{}^{12}_{6}C}}{N_A}$$

أ- وحدة الطاقة (év):

في الفيزياء النووية تستعمل وحدة الإلكترون - فولط بدلا من الجول بحيث :

$$\boxed{1éV = 1,6 \,.\, 10^{-19}\ J}$$

مضاعفاته : $1MeV = 1,6 \cdot 10^{-13}\ J$

الـ $\acute{e}v$ **هي الطاقة الحركية المكتسبة من طرف الإلكترون عندما يجتاز حقل كهربائي فرق الكمون بين طرفيه** 1 **فولط** $E = u.I\,t = qu = 1,6.10^{-19}.1 = 1,6.10^{-19}J$

تطبيق :

أحسب طاقة الكتلة (المكافئ الطاقوي) لكتلة قدرها $(m = 1u)$ ، وعبر عنها بـ $Mév$

لدينا :

$$E = m\ .c^2$$

$$E = 1,660\ 540\ 2\ .10^{-27}\ .(2,997\ 924\ 58\ .10^{8})^2$$

$$E = 1,492\ 419\ .10^{-10}\ J$$

$$E = 1,492\ 419\ .10^{-10}\ J$$

$$E = \frac{1,492\ 419\ .10^{-10}}{1,602\ 189\ .10^{-13}}$$

$$E = 931,49\ MeV$$

II-4- النقص الكتلي و طاقة الربط :

II-4-1 النقص الكتلي :

نشاط 01 :

كتلة نواة الهيليوم ^4_2He تساوي $m_{^4_2He} = 4,0015u$.

1- أحسب مجموع كتل الأربع نكليونات المكونة للنواة وهي متفرقة بـ u .

2- قارن بين مجموع كتل النكليونات وهي متفرقة بكتلة النواة .

3- نسمي هذا الفرق في الكتلة بالنقص الكتلي و نرمز له بـ Δm .

- إستنتج تعريفا للنقص الكتلي للنواة .

4- أيمكن للنقص الكتلي أن يكون سالبا ؟

$m_p = 1,00728u$, $m_n = 1,00866u$

الأجوبة :

1- مجموع كتل النكليونات :

$$m_{nucléons} = 2.\ 1,00728u + 2.\ 1,00866u = 4,0319u$$

2- مجموع كتل النكليونات أكبر من كتلة النواة .

3- النقص الكتلي هو الفرق بين مجموع كتل النكليونات و كتلة النواة .

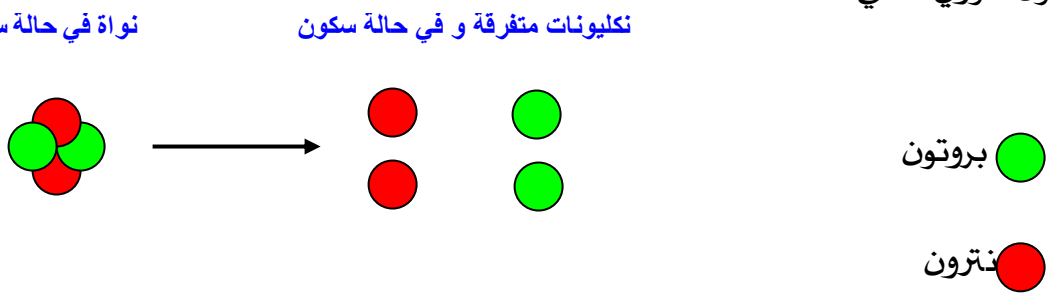
4- النقص الكتلي موجب دوما .

II-4-2 طاقة الربط :

نشاط 02 :

لنعتبر التحول النووي التالي :

حيث :



في الحالة الإبتدائية لدينا نواة الهيليوم ^4_2He في حالة سكون في المرجع الأرضي، كتلتها $m_{^4_2He} = 4,0015u$.

في الحالة النهائية يصير لدينا 4 نكليونات معزولة و في حالة سكون .

1- أحسب التغير في الطاقة خلال التحول من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية $E_f - E_i$.

2- ماهي قيمة الطاقة الواجب توفيرها لنواة الهيليوم في حالة سكون لتفكيكيها إلى الأربعة نكليونات المكونة لها وهي في حالة سكون ؟

3- بين أن $E_l = \Delta m.c^2$.

4- نسمي E_l طاقة الربط للنواة ، استنتج مما سبق تعريفا لطاقة الربط للنواة .

الأجوبة :

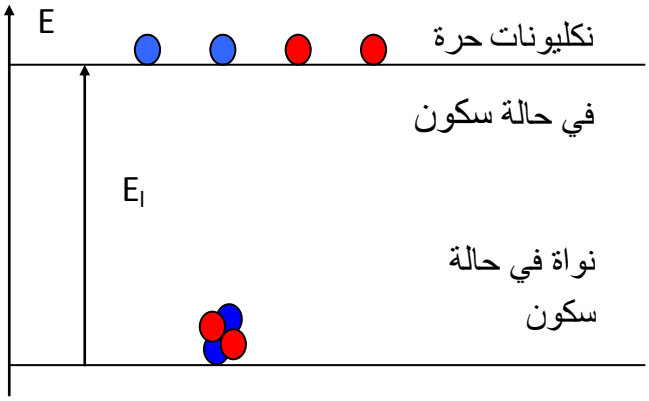
1- التغير في الطاقة:

$$E = E_f - E_i$$

$$E = m_{nucléons} \cdot c^2 - m_{noyau} \cdot c^2$$

$$E = (4,03188 - 4,0015)u \cdot 931.5\ MeV/c^2$$

$$E = 28,3\ MeV$$



2- قيمة الطاقة الواجب توفيرها لنواة الهيليوم في حالة سكون لتفكيكيها إلى الأربعة نكليونات المكونة لها وهي في حالة سكون تساوي $E = 28,3\ MeV$.

3- طاقة الربط للنواة هي الطاقة الواجب إعطاؤها لنواة ساكنة لتفكيكها لنكليوناتها وهي ساكنة و متفرقة.

4- طاقة الربط للنواة هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة وهي في حالة سكون إلى نكليوناتها وهي في حالة سكون أو الطاقة المحررة عند تفكيك النواة الساكنة إلى نكليوناتها الساكنة.

II-5 ـ طاقة الربط لكل نوكليون :

وهي حاصل قسمة طاقة الربط للنواة على عدد نكليونات النواة.

$$\varepsilon = \frac{E_l}{A}$$

وتسمح طاقة الربط لكل نكليون بالمقارنة بين الأنوية من حيث الإستقرار، فكلما كانت طاقة الربط لكل نكليون أكبر، كانت النواة أكثر إستقرار.

النشاط 1 :

ـ أحسب طاقة الربط لكل نكليون لنواة الهيليوم ${}^4_2He$ حيث $E_l = 28,3\,MeV$.

الجواب :

$$\frac{E_l}{A} = \frac{28,3}{4} = 7,08\ MeV / nucléon$$

النشاط 2 :

طاقة الربط لليورانيوم 238 هي $E'_l = 1801,5\,MeV$.

ـ قارن بين نواة الهيليوم ونواة اليورانيوم من حيث الإستقرار.

الأجوبة :

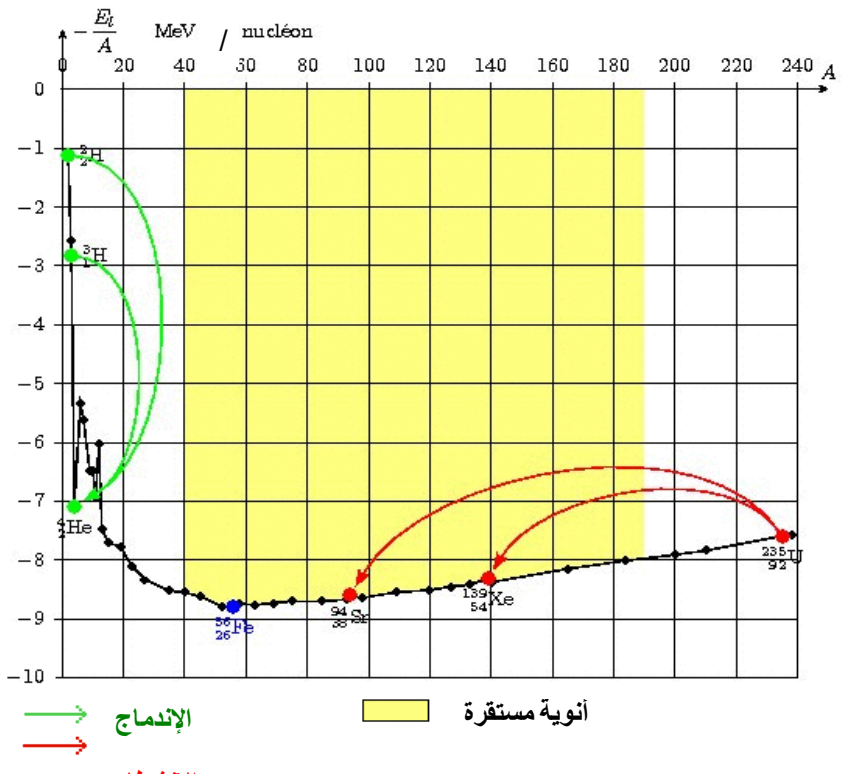
بالنسبة لنواة الهيليوم : $\frac{El}{A} = 7,08\ MeV / nucléon$

بالنسبة لنواة اليورانيوم : $\frac{E'_l}{A} = \frac{1801,5}{238} = 7,57\ MeV / nucléon$

بما أن طاقة الربط لكل نكليون أكبر بالنسبة لنواة اليورانيوم، فإن نواة اليورانيوم أكثر إستقرار من نواة الهيليوم.

II-6 ـ مخطط أستون :

وهو البيان $-\frac{E_l}{A} = f(A)$.



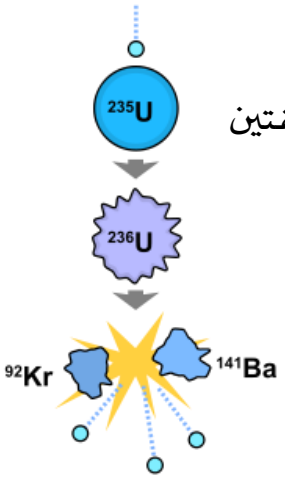
1ـ الأنوية الأكثر إستقرارا تقع أسفل مخطط أستون.

2ـ الأنوية الثقيلة تنشطر إلى نواتين خفيفتين فينقص العدد A وتصير النواتان الناتجتان أكثر إستقرار، إنه تفاعل الإنشطار.

3ـ الأنوية الخفيفة تندمج إلى نواة ثقيلة فيزداد العدد A وتصير النواة الناتجة أكثر إستقرار، إنه تفاعل الإندماج.

4ـ النواة الأكثر إستقرار هي نواة الحديد .

الانشطار النووي



تعريف :

الإنشطار هو تفاعل نووي يحدث عند قذف نواة ثقيلة بنيترون بطيء فيحولها إلى نواتين خفيفتين مع تحرير طاقة

نشاط 01 :

ينشطر اليورانيوم 235 وفق عدة إحتمالات.

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

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{.....}_{36}Kr + ^{142}_{.....}Ba + 3\,^{1}_{0}n$$

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

- أتمم المعادلات النووية أعلاه.

الأجوبة :

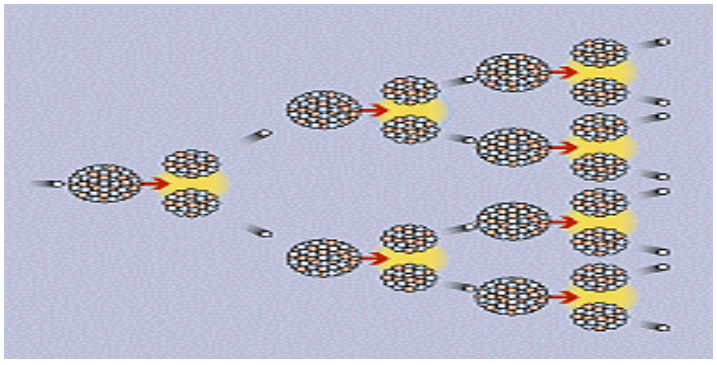
$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{91}_{36}Kr + ^{142}_{56}Ba + 3\,^{1}_{0}n$$

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

ملاحظة :

يحرر تفاعل الإنشطار نيترونات حيث بامكانها إحداث إنشطارات أخرى فهو بذلك تفاعل تسلسلي.



الحصيلة الطاقوية لتفاعل الإنشطار :

النشاط 02 :

نقذف نواة اليورانيوم بنيترونات بطيئة فتنشطر معطية نواتين إبنين ونيترونات

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

تعطى لك كتل الأنوية وكتلة النترون.

$$m_{^{1}_{0}n} = 1,0087u \ , \ m_{^{235}_{92}U} = 235,0439u \ , \ m_{^{94}_{38}Sr} = 94,8731u \ , \ m_{^{140}_{54}Xe} = 138,9185u$$

1ـ أحسب الضياع في الكتلة Δm ، حيث: $\Delta m = m_i - m_f$

2ـ أحسب الطاقة المتحررة E_{lib} من هذا التفاعل بوحدة $Mév$

3ـ أحسب الطاقة المتحررة عن إنشطار $1g$ من اليورانيوم

الجواب :

1ـ الطاقة المحررة عن إنشطار نواة يورانيوم واحدة :

$$E = \left[m_u + m_n - (m_{Sr} + m_{Xe} + 2m_n) \right] . c^2$$
$$= \left[235,0439 + 1,0087 - (94,8731 + 138,9185 + 2.1,0087) \right] 931,5 MeV / c^2 . c^2$$

$$E = 238 MeV$$

2ـ الطاقة المحررة عن إنشطار $1g$ من اليورانيوم:

عدد الأنوية في $1g$ من اليورانيوم:

$$N = \frac{m}{M} . N_a = \frac{1}{235} . 6,02 . 10^{23}$$

$$N = 2,6 . 10^{21} \ noyaux$$

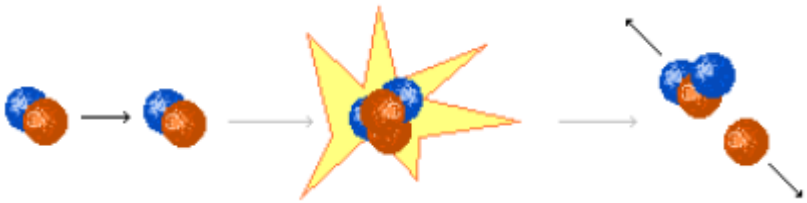
3ـ الطاقة المحررة :

$$E = 238 . 2,6 . 10^{21}$$
$$E = 6,2 . 10^{23} \ MeV$$

الاندماج النووي

تعريف:

هو تفاعل نووي مفتعل ناتج عن إلتحام نواتين خفيفتين لتشكيل نواة أثقل، وذلك مع تحرير طاقة.



ملاحظات :

- إن الإندماج النووي صعب التحقيق بسبب التنافر الكهربائي بين الانوية و لا يحدث إلا في درجات حرارة عالية وهذا يوافق على سطح الكرة الأرضية درجة حرارة $10^{18}K$.
- في النجوم وبسبب الجاذبية يتم الإندماج عند درجة حرارة $15.10^{6}K$.
- إن تفاعلات الإندماج تنتج أكثر طاقة من تفاعلات الإنشطار.

النشاط 3 :

نعطي بعض التفاعلات التي تحدث في قلب النجوم. أتمم التفاعلات التالية:

$${}_1^1H + {}_1^1H \rightarrow ..... + {}_1^0e$$

$${}_1^2H + {}_1^1H \rightarrow .....$$

$${}_2^3He + {}_2^3He \rightarrow ..... + 2\,{}_1^1H$$

الأجوبة :

$${}_1^1\mathrm{H} + {}_1^1\mathrm{H} \longrightarrow {}_1^2\mathrm{H} + {}_1^0\mathrm{e}$$

$${}_1^2\mathrm{H} + {}_1^1\mathrm{H} \longrightarrow {}_2^3\mathrm{He}$$

$${}_2^3\mathrm{He} + {}_2^3\mathrm{He} \longrightarrow {}_2^4\mathrm{He} + 2\,{}_1^1\mathrm{H}$$

الحصيلة الطاقوية لتفاعل الإندماج :

النشاط 4 :

لتكن معادلة الإندماج التالية:

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

1- أحسب الضياع في الكتلة Δm ، حيث: $\Delta m = m_i - m_f$

2- أحسب الطاقة المتحررة E_{lib} من هذا التفاعل بوحدة $Mév$

3- أحسب الطاقة المتحررة عند تشكيل 2 مول من ${}_2^4He$

معطيات:

$$m\left({}_2^4\mathrm{He}\right) = 4,00150u\,;\, m\left({}_1^2\mathrm{H}\right) = 2,01355u\,;\, m\left({}_1^3\mathrm{H}\right) = 3,01550u\,;\, m\left({}_0^1n\right) = 1,00866u$$

III- المفاعل النووي :

تمهيد :

يعتبر إنريكو فيرمي عالم في الفيزياء من إيطاليا والذي حاز على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1938 وغادر إيطاليا بعد صعود الفاشية على سدة الحكم واستقر في نيويورك في الولايات المتحدة من أوائل من اقترحوا بناء مفاعل نووي حيث اشرف مع زميله ليو زيلارد Leó Szilárd الذي كان يهوديا من مواليد هنغاريا على بناء أول مفاعل نووي في العالم عام 1942 وكان الغرض الرئيسي من هذا المفاعل هو تصنيع الأسلحة النووية. في عام 1951 تم وللمرة الأولى إنتاج الطاقة الكهربائية من مفاعل أيداهو في الولايات المتحدة.

أنواع المفاعلات النووية:

المفاعلات النووية عبارة عن منشآت ضخمة تعمل على مبدأ الانشطار النووي وذلك من خلال انشطار نواة الذرة، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة حرارية .

وتعتبر مادة اليورانيوم 235 الوقود الرئيسي المستخدم في المفاعلات النووية، ويحدث الانشطار النووي لأنوية اليورانيوم بإطلاق النيوترونات عليها، وعندما تنشطر بعض الأنوية فإنها تطلق النيوترونات، واصطدام هذه النيوترونات مع أنوية أخرى يسبب انشطارها فيتم تحرير المزيد من النيوترونات، وهكذا ويستمر الفعل المتسلسل مسببا توليد كمية هائلة من الطاقة الحرارية.

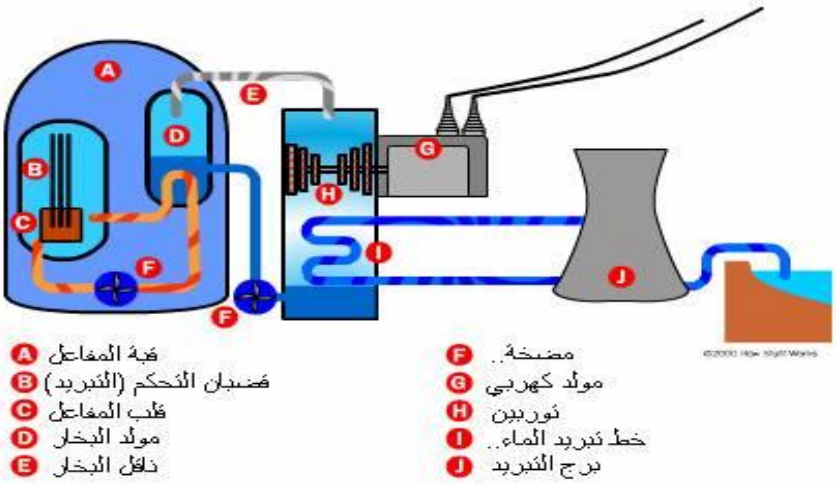
ثمة نوعان من المفاعلات النووية : مفاعلات للبحث وأخرى لتوليد للطاقة .

تستخدم مفاعلات البحث لإجراء الأبحاث العلمية، وإنتاج النظائر لأهداف طبية وصناعية، وهي لا تستخدم لإنتاج الطاقة .

على مستوى العالم هناك 284 مفاعلا نوويًا للأبحاث في 56 بلدا، أما مفاعلات الطاقة فيتم استخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية .

وتستخدم المفاعلات النووية أيضا كمصانع لإنتاج الأسلحة في البلدان التي تمتلك برامج حرب نووية؛ فيمكن استخدام المفاعلات النووية السلمية لإنتاج الأسلحة النووية وإجراء الأبحاث المتعلقة بها .

مكونات المفاعل النووي :



يتم التفاعل النووي في قلب المفاعل..والذي ينتج حرارة عالية.يتم نقلها عبر المبادلات الحرارية (والتي تعمل عادة بالماء الثقيل(الذي يتركب من ذرتي ديتيريوم وذرة أكسجين)..وللتحكم في التفاعل..توجد قضبان التحكم..التي يتم عن طريقها تخفيض سرعة التفاعل..بدفعها داخل قلب المفاعل..

ولهذه القضبان القدرة على امتصاص النيترونات..وبحسب ما يراد للمفاعل أن تكون درجة حرارته..يتم تحديد معدل دفع القضبان إلى قلب المفاعل..كذا يمكن في حالة الأخطار أو عند الرغبة في تغيير الوقود (اليورانيوم)..دفع القضبان بكاملها إلى قلب المفاعل لاخماد التفاعل..

يقوم المبادل الحراري بامتصاص الحرارة من قلب المفاعل..وبها يتم تبخير الماء..واستخدام البخار في إدارة التوربين..ويعمل المبادل الحراري بإمرار مواد مسالة (كالصوديوم المسال مثلا) أو مواد غازية ودفع هذه المواد إلى قلب المفاعل..وعن طريق بعض التوربينات يتم تمرير الغاز أو السائل في دائرة بين قلب المفاعل والماء..حيث يتم نقل الحرارة إلى الماء لتبخيره..لاستخدام البخار في إدارة التوربين...والذي يقوم بتوليد الكهرباء..

وفي النهاية يتم تبريد الماء المستخدم في إدارة التوربين قبل تصريفه..كي لا يؤدي تصريفه وهو على نفس درجة الحرارة إلى مشاكل بيئية..

4ـ العالم بين منافع ومخاطر النشاط الإشعاعي :

أ ـ الاستخدام السلمي للطاقه النوويه.

بدات الفكره في استخدام الطاقه النوويه للاغراض السلميه في شهر ديسمبر 1953 حيث تم في عام 1956م استخدام عنصر الكوبلت المشع والابر الذهبيه المشعه في الاستخدامات الطبيه وبالاخص في علاج الانسجه السرطانيه ؛ وخطت هذه الاستخدمات خطوات عديده لتخدم البشريه في مجالات عده لعل من اهمها ما يلي:

في مجال الطاقه :

عند مقارنه الطاقه الناتجه عن الفحم مع الطاقه الناتجه عن اليورانيوم وجد ان انشطار ذره يورانيوم 235 ينتج عنه طاقه مقدارها 200 مليون فولت بينما احتراق ذره من الكربون (الفحم) ينتج عنه طاقه مقدارها 4 الكترونات فولت . أي ان طاقة ذرة اليورانيوم تعادل خمسين مليون ضعف طاقه ذره الكربون لذلك تم استخدامها في مجالات عديده كبديل عن البترول والغاز الطبيعي.

تنتج محطات الطاقة النووية جيدة التشغيل أقل كمية من النفايات بالمقارنة مع أي طريقة أخرى لتوليد الطاقة، فهي لا تطلق غازات ضارة في الهواء مثل غاز ثاني أكسيد الكربون أو أكسيد النتروجين أو ثاني أكسيد الكبريت التي تسبب الاحترار العالمي والمطر الحمضي والضباب الدخاني .

يوجد أكثر من 440 مفاعلا نوويًا سلميًا على مستوى العالم و30 آخرون قيد الإنشاء

وتزود الطاقة النووية دول العالم بأكثر من 16 ٪ من الطاقة الكهربائية، فهي تلبي ما يقرب من 35 ٪ من احتياجات دول الاتحاد الأوروبي .

فرنسا وحدها تحصل على 77 ٪ من طاقتها الكهربائية من المفاعلات النووية، ومثلها ليتوانيا.

أما اليابان فتحصل على 30 ٪ من احتياجاتها من الكهرباء من الطاقة النووية، بينما بلجيكا وبلغاريا والمجر واليابان وسلوفاكيا وكوريا الجنوبية والسويد وسويسرا وسلوفينيا وأوكرانيا فتعتمد على الطاقة النووية لتزويد ثلث احتياجاتها من الطاقة على الأقل.

في حين أن أستراليا التي تمتاز بوفرة مصادرها من الفحم الحجري لا تمتلك محطات نووية لتوليد الطاقة، وإنما لديها محطة أبحاث فقط .

في المجال الطبي :

من انجازات استخدام النظائر المشعه في المجال الطبي مايلي:

1ـ بواسطه التحليل الاشعاعي المتاعي امكن للاطباء تقدير الهرمونات في الجسم بدقه وسهوله كما امكن ايضا تقدير تركيز الدواء بالدم وتقدير نسبه جرعه السم التي تحدث الوفاة.

2ـ في التشخيص وفقد وصل استخدام الطب النووي الى 99 ٪ من الامراض المستعصيه حيث يتم تصوير عضله القلب باستخدام عنصر الثاليوم المشع لتشخيص ضيق الشريان التاجي ومدى التعرض للذبحه الصدريه.

3ـ امكن مراقبه وظيفه القلب باستخدام الابر المشعه للكرات الحمراء مع مادة التكنشيوم المشع وبذلك امكن علاج امراض القلب نتيجه التشخيص الدقيق.

4.امكن تحديد التهابات المفاصل والانسجه ومعرفه مكان الكسور ومدى التئامها وكذلك تحديد الالتهابات في البطن وخصوصا بعد العمليات الجراحيه.

5.امكن بواسطه التشخيص النووي معرفه مكان الجلطه في الجهاز العصبي والمخ ومدى تقبلها للعلاج وكيفيه انتقالها او ازالتها.

في المجال الزراعي:

امكن استخدام النظائر المشعه في:

1.معرفه أي العناصر يحتاجها النبات ليزيد المحصول.

2.أي الفترات مناسبه لتكون اكثر ملاءمه لزراعه نوع من النبات

3.مكافحة الافات التي تصيب النباتات.

ب.الاستخدام العسكري للطاقه النوويه

بعد ظهور فكره الانشطار النووي تحفزت بعض الدول على امكانيه استخدام النشاط الاشعاعي في القوة العسكريه وينسى التاريخ ان يقول ان القنبلتين النوويتين اللتين القيتا على هيروشيما وناجازاكي اليابانيهالمانيه الصنع وانها نقلت الى الولايات المتحده كما ذكر العالم اوبنهايمر في مذكراته وكذلك المستشار المالي للرئيس الامريكي روزفلت المستر سالس .

ومن امثله استخداماتها العسكريه والتي تعتبر قمة لسلبياتها ما يلي:

1.امكن صناعه ما يزيد عن 50 الف رأس نووي قادره على ابادة 240 الف مليون نسمه أي ما يعادل تعداد سكان العالم اربعين مرة

2.امكن صناعه الصواريخ العابره للقارات والمحمله برؤوس نوويه.

جـ مخاطر النشاط الإشعاعي :

يؤدي استخدام الطاقة النووية إلى إنتاج النفايات ذات الفعالية الإشعاعية العالية؛ وإن الخطط المقترحة للتخلص من النفايات عالية الإشعاعية وتخزينها لا تضمن حماية كافية للأفراد أو للمياه الجوفية من التلوث الإشعاعي .

تأثير الاشعاع على جسم الانسان :

تحمل الاشعه المؤينه طاقه تفوق طاقه ربط الالكترونات بالذرات ولذلك عند سقوط هذه الاشعه على جسم ما فأن الالكترونات لذرات هذا الجسم تتأين اي تنقسم الى شقين سالب وموجب وهذا ما يحدث جسم الانسان عند تعرضه لهذه الاشعاعات حيث تتفاعل هذه الاشعه مع الاحماض النوويه في الجسم مؤديه الى تفكك الروابط الكيميائيه للخليه مما يؤدي الى اضطراب في نشاطها وتظهر اثار الاشعاع على الجلد والجهاز التنفسي والغده الدرقيه والخصيتين والمبيضين كما يؤدي الى الاصابه بالسرطان والتشوه الخلقي للاطفال المولودين لاباء وامهات تعرضوا للاشعاع.

كذلك تصل الإشعاعات النووية الى الانسان بطريق غير مباشر عن طريق سقوطها على النباتات حيث تتسرب منها الى الحيوانات التي تتغذى على هذه النباتات ومن ثم تستقر في البانها ومن ثم تصل الى الانسان عند تناول غذائه عن طريق هذه الحيوانات.

ومما يجدر الاشاره اليه الى ان تأثير الاشعاع يزداد بزياده الجرعه الاشعاعيه وبقرب الجسم من مصدر الاشعاع.

بعض الحوادث التى حدثت فى محطات الطاقة النووية:

1-جزيرة ثري مايل:

28مارس 1979 ، 4:00 صباحا

وضمن الحوادث المتعلقة بالمفاعلات النووية حدوث تسرب إشعاعي جزئي في مفاعل "ثري مايل آيلاند" النووي قرب بنسلفانيا عام 1979، وذلك نتيجة لفقدان السيطرة على التفاعل الانشطاري؛ وهو ما أدى لانفجار حرر كميات ضخمة من الإشعاع، ولكن تمت السيطرة على الإشعاع داخل المبنى، وبذلك لم تحدث وفيات عندها. ولكن الحظ لم يحالف حادثة التسرّب الإشعاعي المشابهة في محطة الطاقة النووية في تشيرنوبل بروسيا عام 1986، فقد أدت إلى مقتل 31 شخصا وتعريض مئات الآلاف إلى الإشعاع، ويمكن أن يستمر تأثير الإشعاعات الضارة بحيث تؤثر على الأجيال المستقبلية .

2-تشيرنوبيل:

26إبريل 1986 , 01:23:40 صباحا

إنفجر قلب المفاعل رقم 4 مخلفا اثارا شديدة منها:

قتل 31 شخص لحظيا نتيجة الإنفجار.

أصيب الآلاف من الناس بمرض شديد من التسمم الإشعاع.

ملحـــــــــــــق :

التطورات الرتيبة:

مقدمة:

تم إدخال التطورات الرتيبة في برنامج العلوم الفيزيائية الجديدة للسنة الثالثة ثانوي، حيث أن الجزء الأول للكتاب المدرسي لمادة العلوم الفيزيائية يحمل على غلافه الحالات الرتيبة كعنوان، لم نجد داخله ما معنى هذه العبارة (التطورات الرتيبة)، ولم تبرز العلاقة بينه وبين الظواهر المندرجة ضمنه. فرغم العلاقة البالغة الأهمية بين مختلف الظواهر التي تتضمنها وحدات هذا العنوان، إلا أن أغلبية الظواهر مقدمة بصفة خاصة كأنها تتطور(تتغير) بقوانين خاصة بها وهذا يتناقض مع توجيهات البرنامج والوثيقة المرافقة وتؤدي إلى فقدان الوقت.

تعريف التطورات الرتيبة الأسية:

التطورات الرتيبة الأسية هي تطورات لمقدار أو مقادير فيزيائية أو كيميائية تزداد أو تتناقص بدلالة الزمن.إذا كانت تزداد وتتناقص فإنها غير رتيبة: مثلا المقادير المهتزة. في أغلب الحالات المقدار المدروس مستمر. إذا مشتقته بالنسبة للزمن تحافظ على نفس الإشارة : موجبة في حالة مقدار متزايد وسالبة في حالة مقدار متناقص.

ـ لماذا دراسة التطورات الرتيبة الأسية ؟

تسمح دراسة التطورات الرتيبة الأسية بتجسيد أحد الأهداف الأساسية لتدريس العلوم الفيزيائية وهو النمذجة حيث يتم مواجهة نموذج نظري لظاهرة بنتائج تجريبية و استعمال هذه الأخيرة لتحسين النموذج النظري.

من الجانب التجريبي دراسة تطور مقدار $y(t)$ يؤدي إلى قياس نسبة تغيره بالنسبة للزمن أو قياس سرعة تغيره أي مشتقته بالنسبة للزمن $y'(t)$.

توجد في الطبيعة عدة ظواهر و مقادير لها نفس نمط التطور حيث سرعة تطورها تتناسب مع قيمة المقدار في تلك اللحظة أي: $y'(t)= k.\ y(t)$ أو $y'(t)- k.\ y(t)=0$. تتحصل على معادلة تفاضلية لها دور أساسي في الدراسة.

يكون حل هذه المعادلة نشاطا جديدا للتلميذ حيث يجب البحث عن دالة $y(t)$ التي تمثل قانون التطور. يمكن ملاحظة أن الثابت k لا يتعلق بالزمن و أبعاده هي: T^{-1} أي عكس الزمن و يمكن استنتاجه من تحليل الأبعاد في المعادلة السابقة.

$y'(t)=k.\ y(t)$ حيث الدالة $y(t)$ متزايدة ، و $y'(t)= - k.\ y(t)$ ،وهذا في حالة $y(t)$ متناقصة. والثابت k موجب دوما.

ـ يمثل τ الثابت الزمني للتطور حيث: $k=1/\tau$.

تتميز الدالة الأسية $y(t)=e^{k.t}$ أو بصفة عامة $y(t) =b.e^{k.\ t}$ حيث b ثابت ، الدالة التي تتناسب مع مشتقتها وتمثل حلا للمعادلة التفاضلية السابقة $y'(t)= k.\ y(t)$.نقول أن للمقدار تطورا أسيا.

هذا القانون $y(t) =b.e^{kt}$ غير كاف لتحديد قيم المقدار في كل لحظة.لذلك يجب معرفة الشروط الابتدائية.

إذا للحصول على الحل الكامل يجب تحديد قانون التطور وتطبيق الشروط الابتدائية: أنها نفس المنهجية المتبعة من طرف الفيزيائيين خلال الثلاثة قرون الماضية.

ـ أمثلة من هذه التطورات:

ـ شحن وتفريغ مكثفة.

– انقطاع التيار في وشيعة.

ـ تناقص عدد الأنوية المشعة.

ـ تطور عدة تفاعلات كيميائية.

توجد عدة ظواهر بتطورات زمنية من الشكل $y'(t)- k.\ y(t)= c$ حيث c ثابت .يتبع تطور المقدار دالة من الشكل: $y(t) =b.e^{kt}+d$ بتطبيق الشروط الابتدائية يمكن كتابة قانون التطور على الشكل : $y(t) =y_0(1-e^{kt})$.

أمثلة من هذه التطورات:

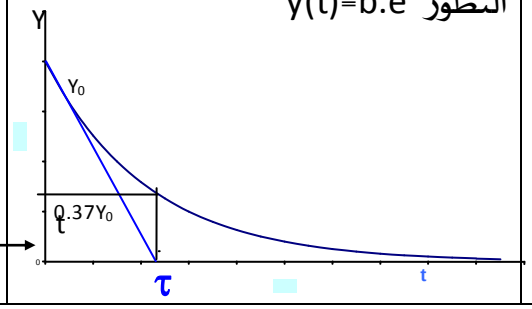
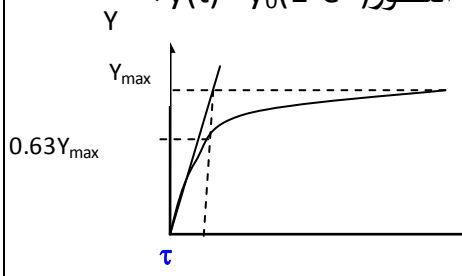
1/ـ تطور شدة التيار في دارة RC و RL .

2/ـ شحن مكثفة في دارة RC .

3/ـ تطور سرعة جسم في سائل.

4/ـ توازنات كيميائية.

جدول لتلخيص خصائص الحالات الرتيبة:

تعريف التطورات الرتيبة	التطورات الرتيبة هي تطورات لمقدار أو مقادير فيزيائية أو كيميائية تزداد أو تتناقص بدلالة الزمن. إذا كانت تزداد و تتناقص فإنها غير رتيبة.	
خاصيتها الأساسية	سرعة تطورها تتناسب مع قيمة المقدار في تلك اللحظة أي: $y'(t)= k.\ y(t)$ $K=1/\tau$ حيث: τ ثابت زمني للظاهرة المدروسة.	
نوعا التطورات الرتيبة	$y'(t)-k.y(t)=0$ شكل قانون التطور $y(t)=b.e^{kt}$ 	$y'(t)-k.y(t)=c$ شكل قانون التطور $y(t)= y_0(1-e^{kt})$. 

ـ الدالة الأســـــية:

- نظرا لأهمية الدالة الأسية في التطورات الرتيبة كونها حل للمعادلات التفاضلية المعبرة عن الظواهر الفيزيائية، والكيميائية ونظرا لعدم معرفة التلميذ لها، وتأخر تقديمها في برنامج مادة الرياضيات لذلك يمكن لأستاذ الفيزياء أن يعطي ملخصا لأهم خصائص هذه الدالة نقترحه كما في الجدول الموالي:

خصائص الدالة الأسية	ـ الدالة الأسية معرفة على مجموعة الأعداد الحقيقية $\Re$. ـ هي دالة متناسبة مع مشتقتها. ـ لا تنعدم $e^{(0)}=1$ ، و هي موجبة دوما . $(e^{-\lambda.t})'=-\lambda\ e^{-\lambda.t}$ $y' = f'(x)\ e^{f(x)} \Rightarrow y = e^{f(x)}$ $e^{A+B} = e^B .e^A$ $e^{A-B} = e^A/e^B$ $e^{-A} = 1/e^A$ $(e^A)^B = e^{A.B}$ قيمة $e=2.71$
التمثيل البياني للدالة الأسية	دالتها العكسية هي اللوغاريتم النيبيري: ln ، $\ln e = 1$