www.students.ma

التحولات النووية

التناقص الإشعاعي

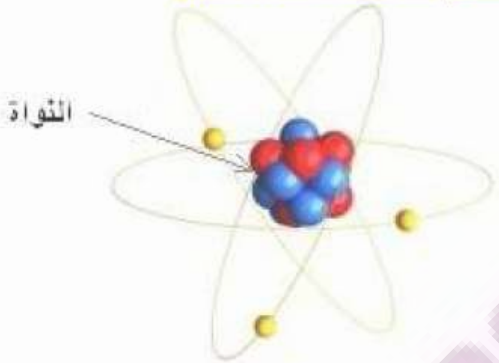
I نواة الذرة:

1) مكونات نواة الذرة:

تتكون النواة من بروتونات ونوترونات ، وهذه المكونات يطلق عليها اسم النويات (les.nucléons).

عدد البروتونات التي تحتوي عليه النواة نرمز إليه ب: Z ويسمى بالعدد الذري أو عدد الشحنة . numéro.atomique

ويرمز لعدد النويات بالحرف A ويسمى بعدد الكتلة . nombre.de.masse



وتمثل نواة ذرة لعنصر كيميائي X بالرمز : $^{A}_{Z}X$

A ← عدد الكتلة (=عدد النويات)

Z ← عدد الشحنة (= عدد البروتونات)

$N = A - Z$: يمثل عدد النورونات الموجودة في النواة.

مثال: رمز نواة ذرة الكلور $^{35}_{17}C\ell$: تحتوي على: 17 بروتونا و18نوترونا.

2)النويدات :

يطلق اسم النويدة في الفيزياء الذرية على مجموعة النوى التي تتميز بعدد معين من البروتونات ومن النوترونات. أي أن نواة نويدة معينة لها نفس عدد الكتلة A ونفس عدد الشحنة Z.

فمثلا: $^{1}_{1}H$ نويدة . $^{2}_{1}H$ نويدة اخرى. و $^{3}_{1}H$ نويدة اخرى. و $^{16}_{8}O$ نويدة اخرى.

وبالتالي كل نويدة تتميز بعدد معين من النويات، و بتغير A تتغير النويدة ولو تعلق الأمر بنفس العنصر الكيميائي.

فرغم أن هناك 92 عنصرا كيميائيا طبيعيا فقط فهناك 350نويدة طبيعية في المقابل لأننا نجد أحيانا لدى نفس العنصر الكيميائي عدة نويدات يطلق عليها اسم النظائر الكيميائية.

3) النظائر الكيميائية لعنصر كيميائي :

نظائر عنصر كيميائي هي النويدات التي لها نفس العدد الذري وتختلف بعدد كتلتها A .فهي إذن تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لكنها تختلف باختلاف عدد نوتروناتها.

مثال:نظائر عنصر $^{1}_{1}H$ ، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$.

كما أن النظائر تختلف من حيث وفارتها في الطبيعة:

أمثلة:

النظير	$^{16}_{8}O$	$^{17}_{8}O$	$^{18}_{8}O$
الوفارةالطبيعية %	99,759	0 ,037	0,204

4) كثافة المادة النووية:

للنواة شكل كروي شعاعها r يتغير بتغير عدد الكتلة وفق العلاقة التالية: $r = r_o A^{\frac{1}{3}}$

$r_o = 1{,}2 \times 10^{-15} m$ و الكتلة التقريبية لنوية : $m = 1{,}7 \times 10^{-27} Kg$

Nitro Software, Inc.
100 Portable Document Lane
Wonderland
www.students.ma

www.students.ma

وبذلك تكون القيمة التقريبية للكتلة الحجمية للنواة $\rho = \frac{M}{V} = \frac{m.A}{\frac{4}{3}\pi.r^3} = \frac{3mA}{4\pi.r_o^3.A} = \frac{3.m}{4\pi.r_o^3} \approx 2.10^{17}\ Kg/m^3$

ومنه يتضح أن المادة النووية شديدة الكثافة،لأن كتلة $1cm^3$ من المادة النووية تساوي مليون طن 200 . $\rho = 2.10^8\ tonne/cm^3$

II-استقرار وعدم استقرار النواة :

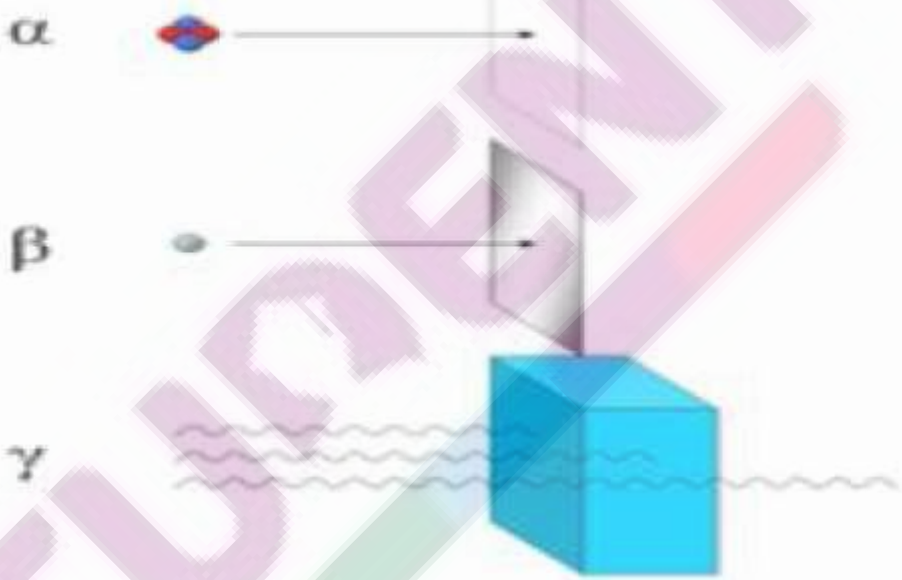
1) لمحة تاريخية حول اكتشاف النشاط الإشعاعي:

في سنة 1896 م اكتشف العالم الفيزيائي بيكوريل النشاط الإشعاعي الطبيعي صدفة حينما كان يقوم بأبحاث على الأشعة السينية الحديثة الاكتشاف أنداك حيث لاحظ أن أملاح الأورانيوم تبعث إشعاعا قادرا على التأثير على صفيحة فوتوغرافية.

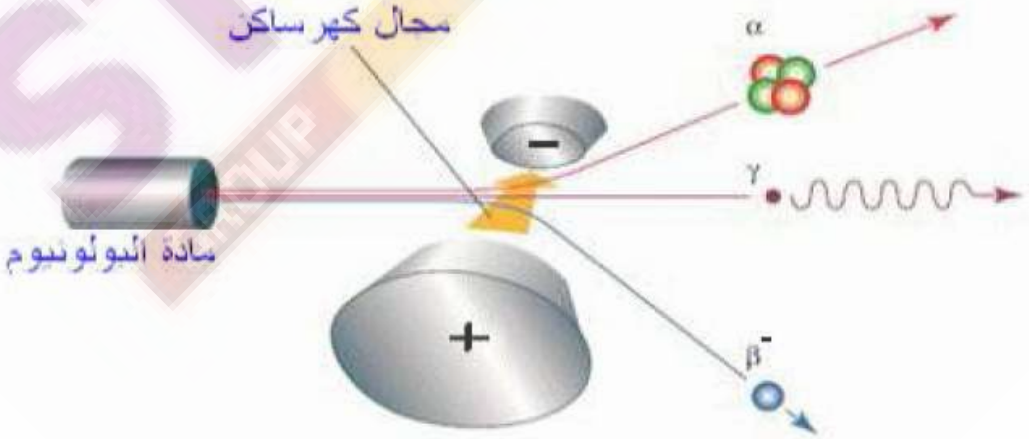
ـ الإشعاعات α :(دقائق مادية ذات شحنات موجبة) هي عبارة عن نويدات الهيليوم He و يمكن توقيفها بواسطة ورقة عادية. كل دقيقة α تحمل شحنة موجبة $q = +2e = +2.(1,6.10^{-19}\ C)$.

ـ الإشعاعات β: إما الكترونات أو بوزيترونات و هي أكثرنفوذا من الإشعاعات α و تحتاج ورقة من الألومنيوم أو الزجاج لتوقيفها.

ـ الإشعاعات gamma : (دقائق غير مادية) هي فوتونات ذات طاقةعالية ، لها سرعة الضوء و هي أكثرنفوذا من الإشعاعات السابقة تتطلب حائطا من الاسمنت أو الرصاص لتوقيفها.



وبعد إخضاع الإشعاع المنبعث لمجال كهرساكن تم التعرف على أنواع الإشعاعات المنبعثة من المادة المشعة:



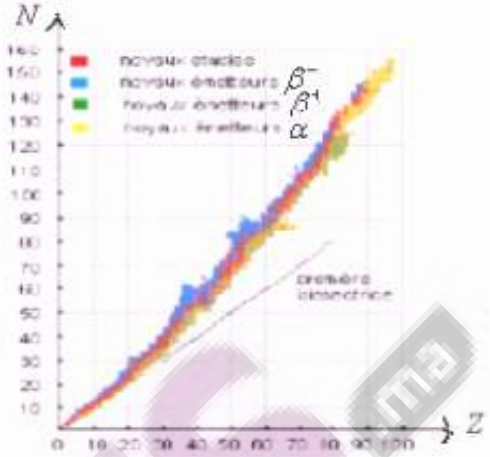
2) تعريف:

www.students.ma

النشاط الإشعاعي تفتت طبيعي تلقائي (غير مرتقب في الزمن) تتحول خلاله نواة غير مستقرة إلى نواة متولدة أكثر استقرارا مع انبعاث دقيقة أو عدة دقائق.

3) المخطط (N,Z) : مخطط سيغري:

تحتفظ بعض النوى دائما بنفس التركيب،نقول أنها مستقرة، بينما بعض النوى تتحول تلقائيا إلى نوى أخرى بعد بعثها لإشعاعات ، نقول أنها غير مسقرة أو إشعاعية النشاط.



يبين مخطط سيغري مواقع النوى المستقرة والنوى المشعة.

نستنتج من هذا المخطط ما يلي:

- توجد مختلف النظائر لنفس العنصر الكيميائي على نفس المستقيم الموازي لمحور الأراتيب.
- يكون N و Z متقاربين بالنسبة للنوى الخفيفة.
- عندما يكبر Z يكون عدد النوترونات N أكبر من عدد البروتونات وبذلك تتزاح منطقة الإستقرار فوق المحور $N=Z$ وكذلك مواقع النوى غير المستقرة، فلكي تعود الذرة إلى منطقة الإستقرار تبعث إما إشعاعا α ، β^+ أو β^-.

III- التحولات النووية التلقائية - الأنشطة الإشعاعية:

1) قانون الإنحفاظ: (قانون سودي Soddy)

خلال تحول نووي ينحفظ عدد الشحنة Z . وكذلك العددالإجمالي للنويات A .

مثلا نعتبر التحول التالي: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1}Y + {}^{A_2}_{Z_2}P$

انحفاظ عدد الشحنة Z $\Leftarrow$ $Z = Z_1 + Z_2$

انحفاظ عدد الكتلة A $\Leftarrow$ $A = A_1 + A_2$

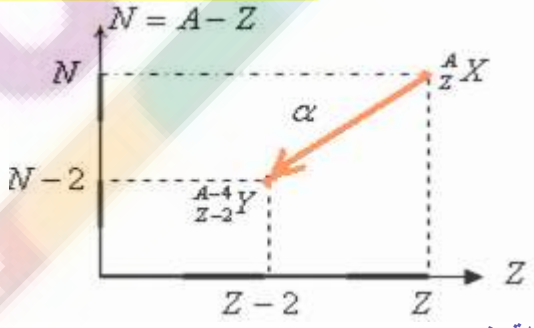
2) أنواع الأنشطة الإشعاعية

* النشاط الإشعاعي α :

تتميز به النويدات الثقيلة ذات عدد الكتلة $A > 200$.

النشاط الإشعاعي α تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية ${}^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة ${}^{A-4}_{Z-2}Y$ ببعث نواة الهيليوم ${}^{4}_{2}He$.

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



مثال: البولونيوم إشعاعي النشاط α معادلة تفتته هي :

${}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

ملحوظة : النشاط الإشعاعي α تتميز به النويدات الثقيلة ذات عدد الكتلة $A > 200$.

* النشاط الإشعاعي β^- :

تتميز به النويدات ذات: $N > Z$

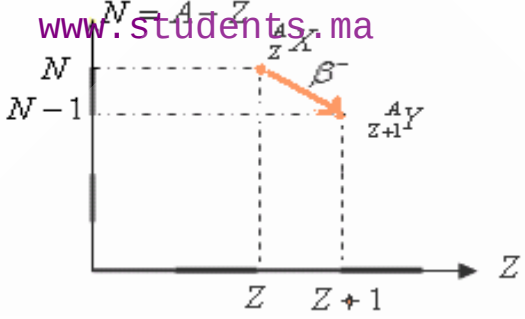
النشاط الإشعاعي β^- تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية ${}^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة ${}^{A}_{Z+1}Y$

ببعث إلكترون ${}^{0}_{-1}e$ يسمى دقيقة β^- .

معادلة التفتت النووي β^- : ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$

www.students.ma

www.students.ma



مثال: الكوبالت إشعاعي النشاط β^- معادلة تفتته هي :

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

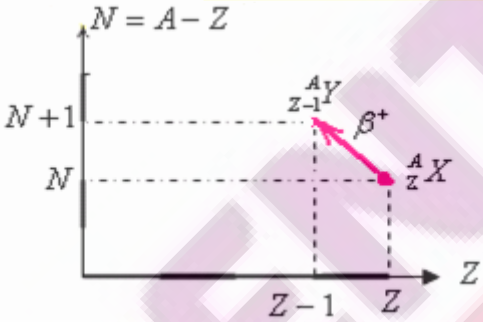
ملحوظة: الإشعاع β^- ناتج عن تحول نوترون إلى بروتون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي: $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

* النشاط الإشعاعي β^+ : تتميز به النويدات الاصطناعية.

النشاط الإشعاعي β^+ تفتت نووي طبيعي وتلقائي،يظهر عموما لدى العناصر الإشعاعية الإصطناعية .

تتحول خلاله نواة أصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة $^{A}_{Z-1}Y$ ببعث بوزيترون $^{0}_{+1}e$ يسمى دقيقة β^+.

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



مثال: الفوسفور الاصطناعي إشعاعي النشاط β^+ معادلة تفتته هي :

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

ملحوظة: الإشعاع β^+ ناتج عن تحول بروتون إلى نوترون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي: $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$.

* النشاط الإشعاعي γ :

عبارة عن موجات كهرمغناطيسية ذات طاقة كبيرة ،وهو يواكب الأنشطة الإشعاعية α و β^- و β^+.

حيث تكون النواة المتولدة في إثارة فتفقد طاقة إثارتها ببعث إشعاع γ. ويرمز للنويدة المثارة ب: Y*.

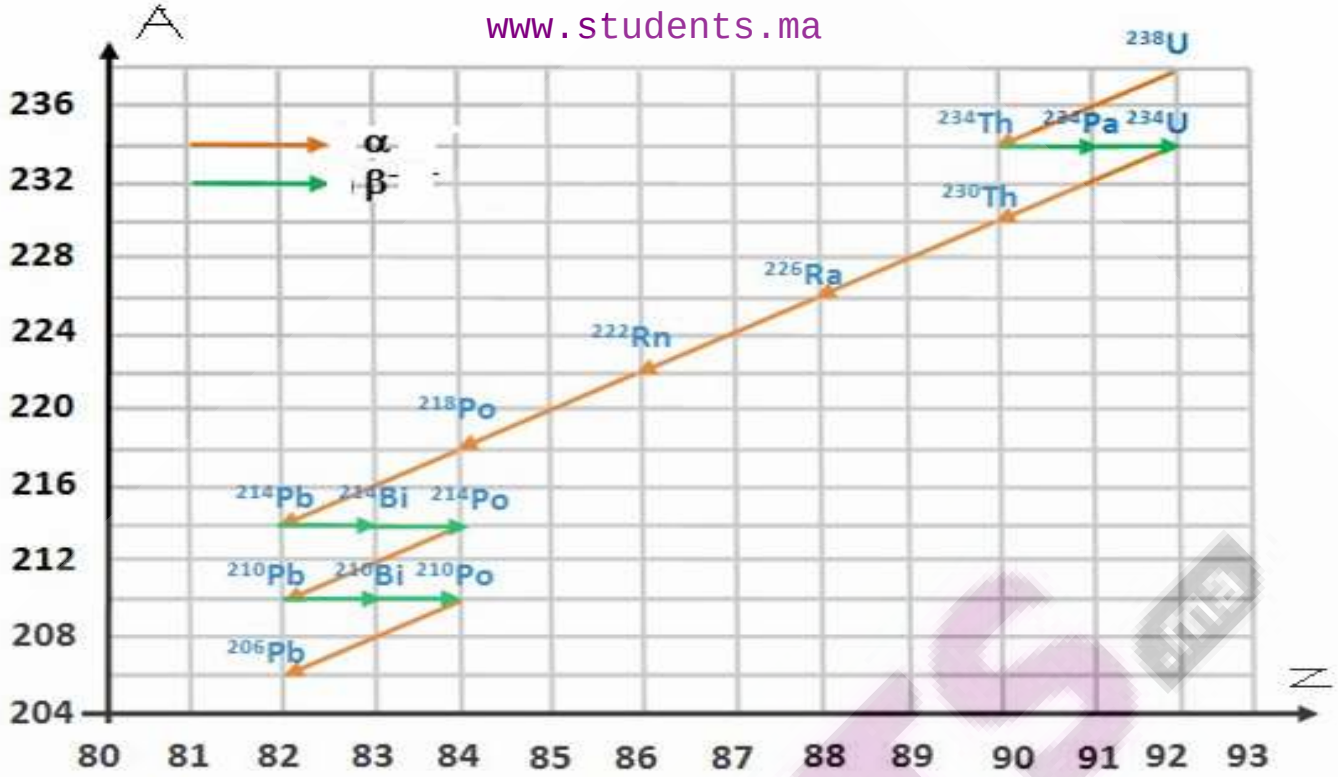
3) الفصيلة المشعة هي مجموعة من النويدات المنحدرة من نفس النويدة الأصل بعد سلسلة من تفتتات متتالية.

تتحول نواة غير مستقرة إلى نواة أخرى.وإذا كانت هذه الأخيرة غير مسقرة ، فإنها تتحول بدورها إلى نواة أخرى ، وهكذا إلى أن نحصل على نواة مستقرة وغير مشعة .نسمي مجموع النوى الناتجة عن نفس النواة الأصلية فصيلة مشعة.

مثال: فصيلة الأورانيوم المشع $^{238}_{92}U$

Nitro Software, Inc.
100 Portable Document Lane
Wonderland
www.students.ma

www.students.ma



IV التناقص الإشعاعي:

1) النويدة المشعة:

النويدة المشعة نويدة غير مستقرة تتفتت تلقائيا لتتحول إلى نويدة أكثر استقرا مع بعث دقيقة أو عدة دقائق .

2) تطور المادة المشعة(قانون النشاط الإشعاعي)

النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية تحدث تلقائيا وبدون سبق إشعار ويخضع عدد النوى $N(t)$ المتبقية في عينة مشعة لقانون التناقص الإشعاعي التالي: $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda.t}$ عدد النوى المتبقية عند اللحظة t .

N_O :عدد نوى العينة المشعة عند اللحظة $t = 0$.

λ : تابثة النشاط الإشعاعي وهي تابثة تميز النويدة المشعة ووحدتها في النظام العالمي للوحدات (s^{-1}).

3) تابثة الزمن τ .

زمن مميز لنويدة مشعة معينة نرمز إليها بـ τ ومرتبطة بتابثة النشاط الإشعاعي λ بالعلاقة $\tau = \frac{1}{\lambda}$ ووحدتها (s) .

وبذلك تصبح العلاقة السابقة كما يلي: $N(t) = N_o.e^{-\frac{t}{\tau}}$

و عدد النوى المتبقية عند اللحظة : $t = \tau$ هو: $N_{(t=\tau)} = N_O e^{-\frac{\tau}{\tau}} = N_O e^{-1} = 0{,}37 N_O$

إذن عند اللحظة $t = \tau$ يتبقى من العينة 37% وهو ما يمثل نقصانا في عدد نوى العينة البدئية بنسبة 67 % .

4) عمر النصف لنويدة مشعة:

نسمي عمر النصف $t_{1/2}$ لنويدة معينة المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة.

عند اللحظة : $t = t_{1/2}$ لدينا: $N_{(t_{1/2})} = \frac{N_O}{2}$.

وبما أن : $N(t) = N_O e^{-\lambda t}$ فإن: $\frac{N_O}{2} = N_O e^{-\lambda . t_{1/2}}$

إذن: $\frac{1}{2} = e^{-\lambda . t_{1/2}}$ وبإدخال دالة Ln على طرفي هذه المتساوية نحصل على:

Nitro Software, Inc.
100 Portable Document Lane
Wonderland
www.students.ma

$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ومنه $-Ln2 = -\lambda.t_{1/2}$

5) رسم المنحنى $N(t) = N_o.e^{-\lambda.t}$

يمكن التعبير عن عمر النصف بدلالة تابثة الزمن τ فإن: $\tau = \frac{1}{\lambda}$ ، بما أن : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau.\ln 2$

من أجل رسم النحنى $N = f(t)$ للدالة $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda.t}$ (١)

نعتبر لحظات تتناسب مع عمر النصف $t = n.t_{1/2}$ مع : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ العلاقة (١) تصبح كما يلي:

$$N_{(t)} = N_O e^{-\frac{\ln 2}{T}.nT} = N_0 e^{-n\ln 2} = N_O e^{-\ln 2^n} = N_O e^{\ln \frac{1}{2^n}} = N_O \times \frac{1}{2^n} = \frac{N_o}{2^n}$$

$t = n.t_{1/2}$ مع $N_{(t)} = \frac{N_o}{2^n}$

$N(t) = \frac{N_o}{2^0} = N_o \Leftarrow t = 0 \Leftarrow n = 0$

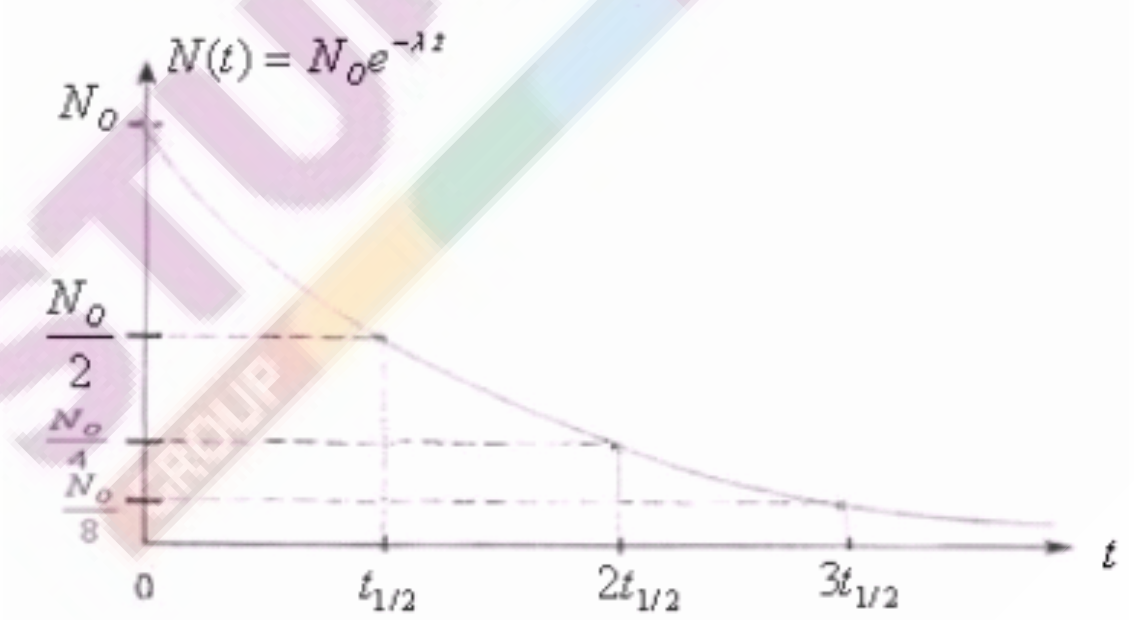
$N(t) = \frac{N_o}{2} \Leftarrow t = t_{1/2} \Leftarrow n = 1$

$N(t) = \frac{N_o}{4} \Leftarrow t = 2t_{1/2} \Leftarrow n = 2$

$N(t) = \frac{N_o}{8} \Leftarrow t = 3t_{1/2} \Leftarrow n = 3$

$N(t) = \frac{N_o}{16} \Leftarrow t = 4t_{1/2} \Leftarrow n = 4$

$N(t) = \frac{N_o}{2^\infty} \to 0 \Leftarrow n \to +\infty$



6) نشاط عينة مشعة :

أ) تعريف:

نشاط عينة تحتوي على عدد $N_{(t)}$ من النوى المشعة ،هوعدد النوى المتفتتة في وحدة الزمن(أي عدد التفتتات في الثانية) ، ونرمز إليه ب:

www.students.ma

$a(t)$ وتعطيه العلاقة التالية: $a(t) = -\frac{dN_{(t)}}{dt}$ ووحدته هي البكوريل الذي نرمز إليه ب: (Bq)

بما أن : $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda.t}$

فإن: $a_{(t)} = -\frac{d(N_O e^{-\lambda.t})}{dt} = -N_O \frac{d(e^{-\lambda.t})}{dt} = -\lambda N_O.e^{-\lambda.t} = -\lambda.N_{(t)}$

إذن $a_{(t)} = -\lambda.N_{(t)}$ نشاط عينة عند اللحظة t مع $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda.t}$

بالتعويض نجد : $a_{(t)} = -\lambda.N_O.e^{-\lambda.t}$ (٢)

إذن عند اللحظة $t = o$: لدينا: $a_0 = -\lambda.N_O$

وبذلك العلاقة (٢) تصبح: $a_{(t)} = a_o.e^{-\lambda.t}$

ب) التأريخ بالنشاط الإشعاعي:

يمكن التناقص الإشعاعي لبعض العناصر المشعة ، الموجودة في الصخور أوفي الكائنات الميتة ،من ايجاد عدة تقنيات للتأريخ.فبمقارنة قياس النشاط $a(t)$ لعينة ميتة (أي قديمة) مع قياس النشاط a_o لعينة شاهدة من نفس الطبعة ، نتمكن من تقدير عمر العينة.

فعموما يكون نشاط العينة الحديثة مهما $a_o >>> a(t)$.

ملحوظة :

- في الفزياء النووية يرمز للنويدة ب : ${}^A_Z X$ بحيث A يمثل الكتلة المولية . مثلا :بالنسبة ${}^{24}_{11}Na$ $M(Na) = 24g/mol$.
- عدد النويدات الموجودة في عينة مشعة كتلتها m تعطيه احدى العلاقتين التاليتين:

$N = \frac{m}{M} \times N_A$ أو : $N = \frac{m}{x({}^A_Z X)}$.

تذكير:حول الدالةالأسيةexponentielleنرمز إليها ب: e

هي الدالة العكسية لدالة اللوغاريثم النيبيري Le logarithme népérien ونرمز لهذا الأخير ب: $\ln$

لدينا: $f(x) = e^x \Rightarrow f^{-1}(x) = \ln x$

تأكد مما يلي ، باستعمال الآلة الحاسبة:

$e^0 = 1$ اضغط على الزر $Scift$ ثم $\ln$ ثم o ثم $=$

$e^1 = 2,718$ اضغط على الزر $Scift$ ثم $\ln$ ثم 1 ثم $=$

$e^{10} = 22$ اضغط على الزر $Scift$ ثم $\ln$ ثم 10 ثم $=$

تأكد مما يلي: $\ln 10 = 2,3$

تحقق من كون: $\ln e = 1$ من أجل ذلك اضغط على الزر $\ln$ ثم $Scift$ من جديد ثم اضغط على الزر ثم $\ln$ وأتبعه الرقم ١ (أي e^1)ثم = فستحصل على $\ln e = 1$.

بنفس الطريقة تأكد من كون: $\ln e^5 = 5$ بصفة عامة لدينا : $\ln e^x = x$

تأكد من كون : $e^{(\ln 5)} = 5$ بصفة عامة لدينا : $e^{\ln x} = x$

وذلك ناتج عن كون $f^{-1}(f(x)) = x$

$\ln \frac{a}{b} = \ln a - \ln b$ $\quad \ln \frac{a}{b} = -\ln \frac{b}{a}$ $\quad \frac{e^a}{e^b} = e^{a-b}$ $\quad e^{a+b} = e^a \times e^b$

$\ln (x)^a = a \ln x$ $\quad \ln \frac{1}{a} = -\ln a$ $\quad \frac{1}{e^a} = e^{-a}$ $\quad (e^{ax})' = ae^{ax}$

لا تنسونا بأدعيتكم الصالحة ونسأل الله لكم العون والتوفيق .

Nitro Software, Inc.
100 Portable Document Lane
Wonderland
www.students.ma