Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

بسم الله الرحمن الرحيم الثانية باكالوريا الفيزياء	التناقص الإشعاعي Décroissance radioactive	الجزء الثاني : التحولات النووية الوحدة 1 4 س

1- استقرار و عدم استقرار النوى :

1-1- تركيب النواة :

تتكون نواة ذرة من نوترونات وبروتونات تسمى **نويات** .

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

A : **عدد الكتلة** و يمثل عدد النويات (بروتونات و نوترونات)

Z : **عدد الشحنة** ويمثل عدد البروتونات

ونرمز لعدد النوترونات ب N مع $N = A - Z$

1-2- النويدات :

في الفيزياء الذرية ، يطلق اسم **النويدة** على مجموعة من النوى تتميز بعدد معين من النوترونات والبروتونات .

لنواة نويدة نفس **عدد الكتلة** A و نفس **عدد الشحنة** Z . وتعرف نويدة X بكيفية تامة بإعطاء A و Z ، فنكتب $^{A}_{Z}X$.

مثال : $^{12}_{6}C$ و $^{14}_{6}C$ نويدتان لعنصر الكربون $^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$ نويدتان لعنصر الأورانيوم.

1-3- العنصر الكيميائي :

العنصر الكيميائي اسم يطلق على مجموعة الذرات والأيونات التي لها نفس عدد البروتونات.

1-4- النظائر :

نسمي **النظائر** لعنصر كيميائي النويدات التي لها **نفس عدد البروتونات** وتختلف من حيث **عدد النوترونات** (عدد الكتلة A) .

مثال : $^{12}_{6}C$ و $^{14}_{6}C$

ملحوظة : نعرف **الوفارة الطبيعية** θ_i للنظائر بالنسبة المئوية لكتلة كل نظير m_i في الخليط الطبيعي ذي الكتلة m حيث : $m = \sum m_i\theta_i$.

1-5- أبعاد النواة :

ننمذج نواة الذرة بكرية شعاعها r يتغير مع عدد الكتلة A حسب التعبير التالي :

$r = r_0 A^{1/3}$ مع $r_0 = 1,2.10^{-15}m$ شعاع ذرة الهيدروجين.

القيمة التقريبية للكتلة الحجمية للنواة هي : $\rho = \frac{A.m}{V} = \frac{A.m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{A.m}{\frac{4}{3}\pi(r_0 A^{1/3})^3} = \frac{3m}{4\pi.r_0^3}$.

نعتبر الكتلة التقريبية لنوية هي : $m = 1,67.10^{-27}kg$ ، نجد الكتلة الحجمية $\rho \approx 2,3.10^{17}kg.m^{-3}$ وهذا ما يوضح أن **للمادة النووية كثافة شديدة** ، ويلاحظ توفي بعض النجوم على كثافة حجمية مماثلة تسمى **النجوم النوترونية** (لأنها مكونة من نوترونات فقط).

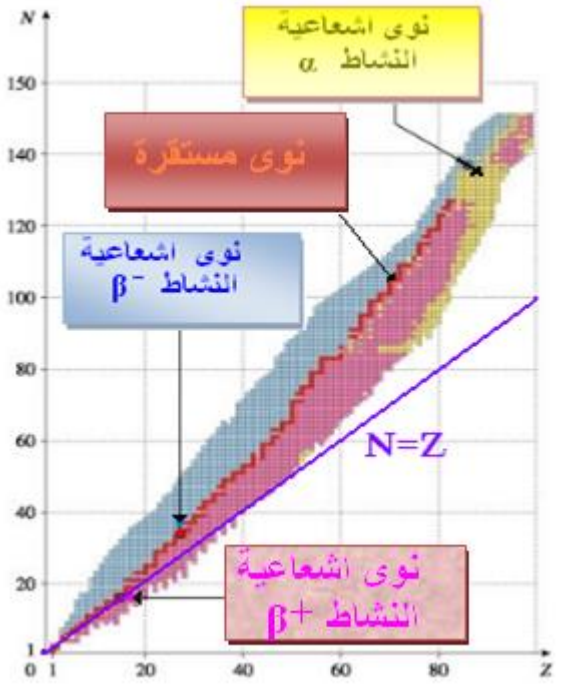
1-6- مخطط (N, Z) : مخطط سيغري :

تحتفظ بعض النوى بصفة دائمة بنفس التركيب ، نقول إن هذه النوى مستقرة . وهناك نوى تتحول تلقائيا إلى نوى أخرى بعد بعثها إشعاعات ، نقول إنها نوى غير مستقرة أو إشعاعية النشاط .

يبين مخطط سيغري موقع النوى المستقرة والنوى المشعة ، حيث تمثل كل نواة بمربع صغير أفصوله Z عدد بروتونات النواة ، وأرتوبه N عدد نوتروناتها .

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

تسمى المنطقة ذات اللون الأحمر **منطقة الاستقرار** ، وهي تضم النوى المستقرة .



أ- ذكر لمدلول الحرف A في التمثيل ${}^{A}_{Z}X$ ، واعط العلاقة بين A و Z و N .

الحرف A يرمز إلى **عدد الكتلة** و $A = Z + N$.

ب- ماذا تتميز النوى المستقرة ذات $Z < 20$ ؟ استنتج أن النسبة $\frac{A}{Z} \approx 2$.

بالنسبة للنوى المستقرة ذات $Z < 2$ يكون $Z = N$.

ونعلم أن $A = Z + N = Z + Z = 2Z$

إذن $\frac{A}{Z} \approx 2$

ج- كيف تصبح النسبة $\frac{A}{Z}$ بالنسبة للنوى الثقيلة المستقرة أي بالنسبة لـ $Z > 70$ ؟

بالنسبة للنوى المستقرة ذات $Z > 70$ لدينا $N > Z$.

$A > Z + Z$ أي $A > 2Z$ إذن $\frac{A}{Z} > 2$

د- تضم المنطقة ذات اللون الأزرق ، النوى الإشعاعية النشاط β^- . قارن بين Z و N بالنسبة لنوى هذه المنطقة . ماذا تستنتج ؟

بالنسبة لهذه المنطقة لدينا $N > Z$ ، نستنتج أن هذه النوى بحاجة إلى فقدان نوترون أو أكثر .

ه- قارن بين Z و N بالنسبة لنوى المنطقة ذات اللون الأصفر . ماذا تستنتج ؟

بالنسبة لهذه المنطقة توجد أسفل منطقة الاستقرار وهي بحاجة إلى فقدان بروتونا أو أكثر من أجل استقرارها .

و- هل النوى الثقيلة $(A > 200 \, , Z > 82)$ مستقرة ؟ إذا كان الجواب بلا، ما نوع نشاطها الإشعاعي ؟

هذه النوى غير مستقرة ونشاطها الإشعاعي هو α حيث إنها بحاجة إلى فقدان بروتونات ونوترونات لتكون مستقرة .

استنتاجات :

- مختلف نظائر نفس العنصر الكيميائي توجد على نفس المستقيم الموازي لمحور الأراتيب .
- **بالنسبة للنويدات ذات $Z \leq 20$:** يوجد **مجال الاستقرار** بمحادات المنصف الأول ($Z = N$) ، أي Z و N متقاربتين بالنسبة للنويدات الخفيفة المستقرة .
- **بالنسبة للنويدات ذات $Z > 20$:** يبتعد **مجال الاستقرار** عن المنصف الأول نحو الأعلى كلما زادت قيمة Z . أي يصبح عدد النوترونات N أكبر من عدد البروتونات Z ، ومن تم فاستقرار النواة لا يمكن أن يحصل إلا إذا كان عدد النوترونات أكبر من عدد البروتونات .

الفيزيائي هنري بيكريل
(1852م-1908م)

2- النشاط الإشعاعي :

2-1- نشاط :

اهتم الفيزيائي الفرنسي **هنري بيكريل** بدراسة ظاهرة استشعاع أملاح الأورانيوم، وهي ظاهرة تبعث خلالها هذه الأملاح أشعة مرئية، بعد تعريضها لفترة من الزمن لأشعة الشمس.

في **26 فبراير 1896 م** ، كانت سماء باريس غائمة . وتعذر على **بيكريل** تعريض أملاح الأورانيوم لأشعة الشمس ، فوضعها في درج مكتبه مع صفائح فوتوغرافية مكسوة بغشاء من ورق سميك أسود ومعتم .

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

وفي **مارس من نفس السنة** قام **بيكريل** بتحميض الصفائح الفوتوغرافية فلاحظ بانبهار كبير أنها متأثرة ، رغم عدم تعريضها لأشعة الشمس .
وهكذا اكتشف **بيكريل** أن أملاح الأورانيوم تبعث تلقائيا أشعة غير مرئية تترك أُثارا على صفائح فوتوغرافية . وقد أثبت بعد ذلك أن قابلية بعث الأشعة ، هي خاصية لعنصر الأورانيوم ، وسمى هذه الأشعة " **الأشعة الأورانية** " .

بيير كوري (1859م-1906م) جائزة نوبل 1903
ماري كوري (1867م-1934م) جائزة نوبل 1903و1911

وابتداء من **سنة 1898 م** ، لاحظ الفيزيائيان **بيير كوري** وزوجته **ماري كوري** أن عنصر الثوريوم يبعث أيضا الأشعة الأورانية المكتشفة من طرف **بيكريل** .

إرنست رذرفورد (1871م-1937م) جائزة نوبل 1908
فريدريك سودي (1877م-1957م) جائزة نوبل 1921

تلت ذلك عدة أبحاث أدت إلى تعرف وتصنيف الأشعة المنبعثة من المواد المشعة ، حيث تعرف الفيزيائيان الإنجليزيان **أرنست رذرفورد** و **فريدريك سودي** على الأشعة المنبعثة من الأورانيوم 238 ، وبينا أنها عبارة عن نوى الهيليوم المتأينة ، وسميت **أشعة ألفا** α . ويعبر عن هذا الانبعاث بالمعادلة : $^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$.
في **سنة 1900 م** ، تعرف بيكريل على نوع آخر من الإشعاعات النووية وهو الإشعاع β^- . وهو عبارة عن انبعاث إلكترونات من نوى الثوريوم Th وفق المعادلة : $^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e$.
بعد ذلك أبرز الفرنسي بول فيلار وجود الأشعة γ وهي عبارة عن موجات كهرمغنطيسية غير مرئية . أدت كل هذه الاكتشافات وتطبيقاتها إلى تكور و إغناء المعارف حول طبيعة نواة الذرة.

أ- ماذا تعني كلمة استشعاع ؟
الاستشعاع ظاهرة يبعث خلالها عنصر كيميائي أشعة مرئية بعد تعريضه لأشعة الضوء .

ب- كيف اكتشف بيكريل أن أملاح الأورانيوم تبعث أشعة غير مرئية ؟
لاحظ تأثر الصفائح الفوتوغرافية رغم عدم تعريضها لأشعة الشمس .

ج- هل تم اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي بالصدفة أم كان هناك تنبؤ نظري باكتشافها ؟
تم اكتشاف النشاط الإشعاعي بالصدفة (بشكل غير متعمد).

د- ما هو النشاط الإشعاعي ؟ كيف يمكن الكشف عن مادة مشعة ؟
النشاط الإشعاعي هو تفتت طبيعي وغير مرتقب لنواة غير مستقرة . ويتم الكشف عنها بواسطة صفائح فوتوغرافية توضع أمام المادة .

ه- اذكر اسمي النواتين المشعتين اللتين تم التعرف عليهما إلى حدود 1898 م .
نواة الأورانيوم $^{238}_{92}U$ و نواة الثوريوم $^{234}_{90}Th$.

و- اذكر أنواع الإشعاعات النووية الواردة في النص وحدد طبيعتها .
α وهي عبارة عن نواة الهيليوم المتأينة $^{4}_{2}He$.
β^- وهي عبارة عن إلكترونات $^{0}_{-1}e$.
γ وهي عبارة عن موجات كهرمغنطيسية غير مرئية .

ز- تحقق من انحفاظ كل من عدد الكتلة A وعدد الشحنة Z في معادلتي التحولين الواردين في النص .
نلاحظ انحفاظ عدد الكتلة A و عدد الشحنة Z في المعادلتين .

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

2-2- تعاريف :

النواة المشعة هي نواة غير مستقرة ، تتفتت تلقائيا مع انبعاث دقيقة .

النشاط الإشعاعي تفتت طبيعي لنواة مشعة إلى نواة متولدة أكثر استقرار مع انبعاث دقيقة . ويعبر عنه بالمعادلة التالية : $^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}Y + {}^{A_3}_{Z_3}P$.

مع X رمز النواة الأصلية و Y رمز النواة المتولدة و P رمز الدقيقة المنبعثة .

2-3- خصائص النشاط الإشعاعي :

كباقي التحولات ، للنشاط الإشعاعي خصائص هي :

- **عشوائي :** لا يمكن التنبؤ بلحظة تفتت نواة مشعة معينة .
- **تلقائي :** يحدث التفتت دون تدخل خارجي .
- **حتمي :** النواة المشعة ستتفتت أجلا أم عاجلا ، ولا شيء يمكن أن يبطئ أو يسرع وثيرة التفتت لعينة مشعة .
- **لا يتعلق بالعوامل الخارجية** مثل الضغط أو الحرارة أو طبيعة المجال الذي توجد فيه العينة المشعة .
- **لا يتعلق بالروابط الكيميائية** التي تكونها الذرة التي تضم النواة المشعة .

2-4- قوانين الانحفاظ :

تخضع التحولات النووية لقوانين الانحفاظ ، نذكر منها **قانوني سودي** :

خلال التحولات النووية ، تنحفظ الشحنة الكهربائية Z وعدد النويات A .

مثال : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ و $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$.

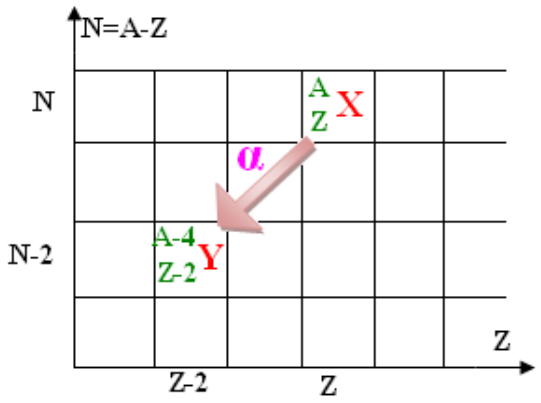
2-5- مختلف الأنشطة الإشعاعية :

2-5-1- النشاط الإشعاعي α :

النشاط الإشعاعي α تفتت نووي طبيعي وتلقائي يحدث للنوى الثقيلة $(A > 200)$ ، تتحول خلاله نواة أصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة $^{A-4}_{Z-2}Y$ ببعث نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ التي تسمى دقيقة α ، وفق المعادلة التالية :

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

مثال : $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$.



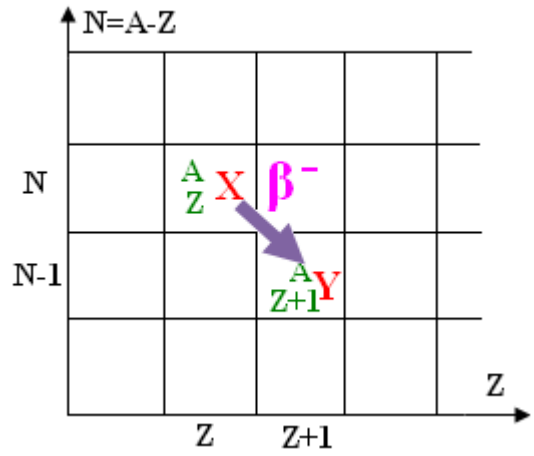
2-5-2- النشاط الإشعاعي β⁻ :

النشاط الإشعاعي β^- تفتت نووي طبيعي وتلقائي ، تتحول خلاله نواة أصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة $^{A}_{Z+1}Y$ ببعث إلكترون $^{0}_{-1}e^-$ نسميه دقيقة β^- ، وفق المعادلة التالية :

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

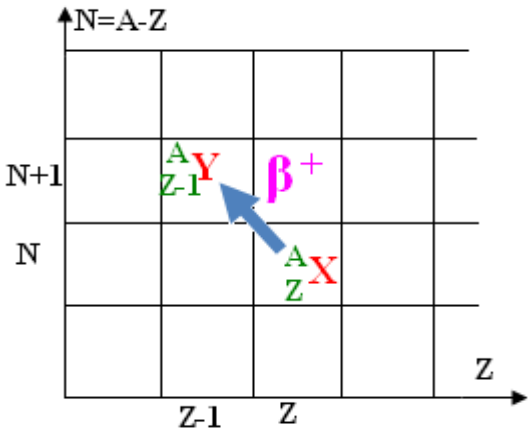
مثال : $^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e^-$

ملحوظة : خلال هذا النشاط الإشعاعي β^- يتحول نوترون إلى بروتون حسب المعادلة التالية : $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e^-$



Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

2-5-3- النشاط الإشعاعي β^+ :



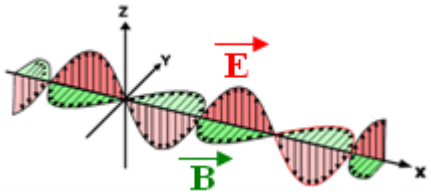
النشاط الإشعاعي β^+ تفتت نووي طبيعي وتلقائي يظهر عموما بالنسبة للعناصر المشعة الاصطناعية ، حيث تتحول أنوية النواة الأصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة $^{A}_{Z-1}Y$ ببعث **بوزيترون** $^{0}_{1}e^+$ ويسمى الدقيقة β^+ ، وفق المعادلة التالية : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^+$.

للبوزيترون و الإلكترون الكتلة نفسها وشحنتين متقابلتين .

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

ملحوظة : خلال هذا النشاط الإشعاعي β^+ يتحول بروتون إلى نوترون حسب المعادلة التالية : $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e^+$

2-5-4- النشاط الإشعاعي γ :



الإشعاع γ عبارة عن موجات كهرمغنطيسية ذات طاقة كبيرة جدا ، وهو يواكب **الأنشطة الإشعاعية** α و β^- و β^+ ، حيث تكون النواة المتولدة في حالة **إثارة** ، ولفقدان طاقة إثارتها فإنها تتخلص من فائض الطاقة هذا ببعث **أشعة** γ ، وفق المعادلة التالية : $^{A}_{Z}Y^* \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + \gamma$.

$^{A}_{Z}Y^*$: نواة متولدة في حالة إثارة . $^{A}_{Z}Y$: نواة متولدة في حالتها الأساسية .

مثال : $^{16}_{7}N \rightarrow {}^{16}_{8}O^* + {}^{0}_{-1}e^-$ نشاط إشعاعي β^-

$^{16}_{8}O^* \rightarrow {}^{16}_{8}O + \gamma$ انبعاث أشعة γ

تطبيق : باعتمادك على جدول الترتيب الدوري للعناصر الكيميائية ، أتمم المعادلات التالية مع تحديد طبيعة الإشعاع .

$^{80}_{35}Br \xrightarrow{\beta^+} {}^{80}_{34}Se + {}^{0}_{1}e^+$ و $^{87}_{38}Sr^* \xrightarrow{\gamma} {}^{87}_{38}Sr + \gamma$

$^{214}_{82}Pb \xrightarrow{\beta^-} {}^{214}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e^-$ و $^{226}_{88}Ra \xrightarrow{\alpha} {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

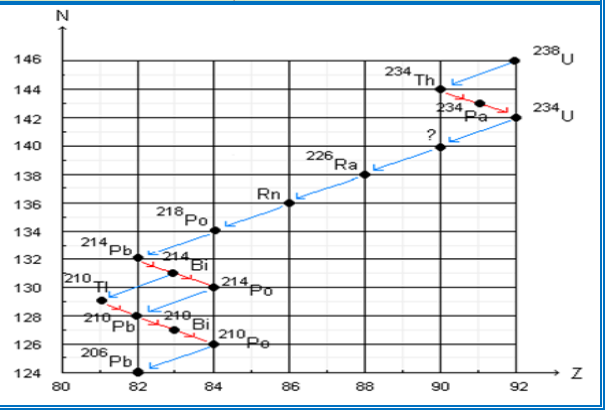
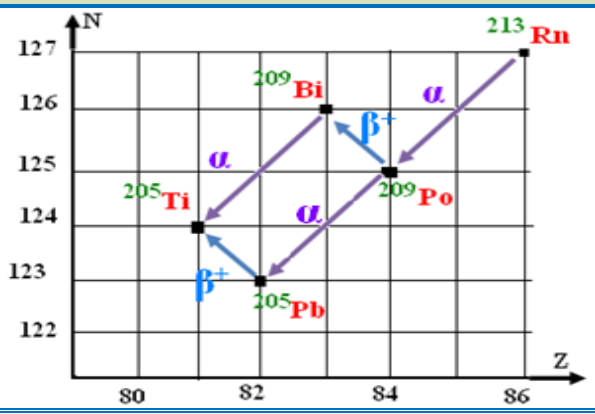
2-6- الفصيلة المشعة :

يترتب على النشاط الإشعاعي أن نويدة غير مستقرة تتحول إلى نويدة أخرى ، وإذا كانت هذه الأخيرة غير مستقرة كذلك ، فإنها تتحول بدورها ، وهكذا إلى أن نحصل على نويدة مستقرة وغير مشعة .

نسمي مجموع النويدات الناتجة عن نفس النويدة الأصلية **فصيلة مشعة** .

توجد أربع فصائل مشعة طبيعية تنحدر من النوى التالية : $^{238}_{92}U$; $^{235}_{92}U$; $^{237}_{93}Np$; $^{232}_{90}Th$

مثال :

فصيلة الأورانيوم 238	فصيلة الرادون 213
	

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

3- قانون التناقص الإشعاعي :

النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية تحدث تلقائيا ، إذ لا يمكن التنبؤ مسبقا بلحظة تفتت نواة ، ولا تغيير مميزات هذه الظاهرة . غير أن التطور مع الزمن لعينة عيانية مشعة يخضع لقانون إحصائي نسميه **قانون التناقص الإشعاعي** (توصل إليه رذرفورد و سودي سنة 1902 م) .

3-1- قانون التناقص الإشعاعي :

لتكن N_0 عدد النوى المشعة في اللحظة $t=0$ ولتكن $N(t)$ عدد النوى المتبقية (غير المتفتت) في اللحظة t . لتكن $N(t)+dN(t)$ عدد النوى المتبقية في اللحظة $t+dt$ مع $dN(t)<0$.

عدد النوى التي تفتت خلال dt هي $N(t)-(N(t)+dN(t))=-dN(t)$.

وقد أكدت التجارب أن $-dN(t)$ يتناسب مع $N(t)$ و dt

أي $-dN(t)=\lambda.N(t).dt$.

و بالتالي $\frac{dN(t)}{N(t)}=-\lambda.dt$ ومنه فإن $\ln N(t)=-\lambda.t+c$

إذن $N(t)=e^{-\lambda.t+c}=e^{-\lambda.t}.e^{c}$ نضع $e^{c}=\alpha$

إذن $N(t)=\alpha.e^{-\lambda.t}$.

عند اللحظة $t=0$ لدينا $N(0)=N_0$ ولدينا $N(0)=\alpha.e^{0}=\alpha$

إذن $\alpha=N_0$

إذن ، نعبر عن قانون التناقص الإشعاعي لعينة مشعة كما يلي :

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

يخضع $N(t)$ **عدد النويدات غير المتفتتة** من عينات مشعة لقانون التناقص الإشعاعي ، مع λ **الثابتة الإشعاعية** وهي تميز النويدة المشعة ولا تتعلق بالشروط البدئية ، وحدتها في (ن.ع) هي s^{-1} .

الدالة الأسية e معرفة على $\mathbb{R}$.

لدينا : $\forall y\in\mathbb{R}\ ;\ \forall x\in\mathbb{R}$

$e^{x+y}=e^{x}.e^{y}$

$e^{x-y}=\frac{e^{x}}{e^{y}}$

$e^{ax}=(e^{x})^{a}$

الدالة ln معرف على $]0,+\infty[$

$\forall y\in]0,+\infty[\ ;\ \forall x\in]0,+\infty[$

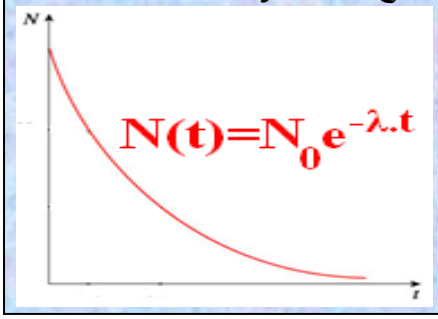
$\ln xy=\ln x+\ln y$

$\ln\frac{x}{y}=\ln x-\ln y$

$\ln x^{a}=a.\ln x$

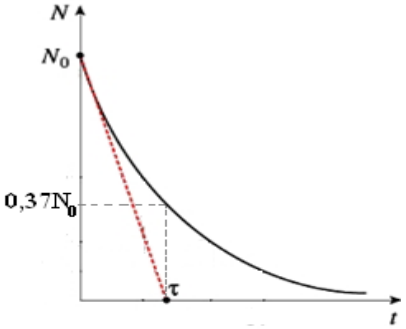
لدينا : $\forall y\in]0,+\infty[;\ \forall x\in\mathbb{R}$

نضع $y=e^{x}$ إذن $\ln e^{x}=x$



3-2- ثابتة الزمن لعينة مشعة :

نعرف **ثابتة الزمن** τ بالعلاقة التالية : $\tau=\frac{1}{\lambda}$ وحدتها في (ن.ع) هي الثانية s .



لدينا $N(t)=N_0.e^{-\lambda.t}=N_0.e^{-\frac{t}{\tau}}$ عند اللحظة $t=\tau$ نجد

$N(\tau)=N_0.e^{-\frac{\tau}{\tau}}=N_0.e^{-1}=0,37N_0$

إذن τ هي المدة الزمنية اللازمة لتفتت 37% من العدد البدئي N_0 للنويدات.

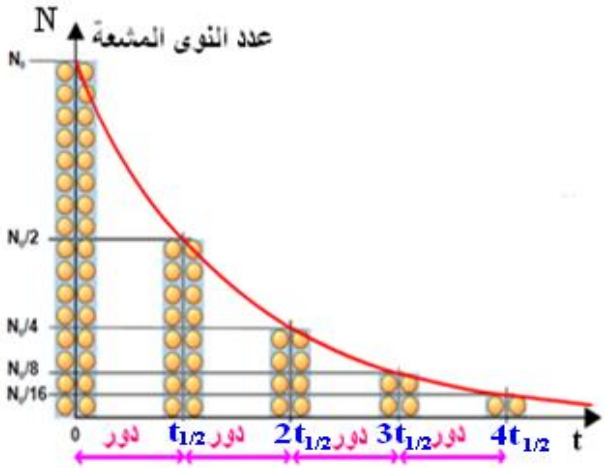
ملحوظة : يقطع المماس للمنحنى $N=f(t)$ في اللحظة $t=0$ محور الأفاصيل في النقطة التي أفصولها $t=\tau$.

3-3- عمر النصف لعينة مشعة :

عمر النصف لنويدة مشعة هو المدة الزمنية $t_{1/2}$ اللازمة لتفتت نصف نويدات العينة .

عند $t=t_{1/2}$ لدينا $N\left(t_{1/2}\right)=\frac{N_0}{2}$ إذن $N_0.e^{-\lambda.t_{1/2}}=\frac{N_0}{2}$ أي $e^{-\lambda.t_{1/2}}=\frac{1}{2}$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع



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

وبالتالي : $t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \tau\, ln\,2$

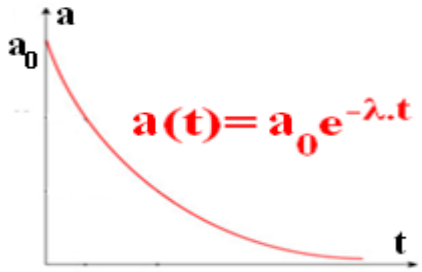
لدينا $\lambda = \frac{ln\,2}{t_{1/2}}$ و $N(t) = N_0.e^{-\lambda.t}$

إذن $N(t) = N_0.e^{-\ln 2.\frac{t}{t_{1/2}}} = N_0.e^{\ln 2^{-\frac{t}{t_{1/2}}}}$

إذن $N(t) = N_0.2^{-\frac{t}{t_{1/2}}}$

3-4- نشاط عينة مشعة :

نشاط عينة (t) لعينة مشعة تحتوي على عدد $N(t)$ من النوى المشعة هو عدد النوى المتفتتة في وحدة الزمن . تعبيره هو $a(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$ وحدته في (ن.ع) هي **البيكريل** Bq ($1\,Bq$ يمثل تفتتا واحدا في الثانية) ونستعمل أيضا **الكوري** Ci حيث $1Ci = 3,7.10^{10}Bq$.



لدينا $N(t) = N_0.e^{-\lambda.t}$ أي $\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda.N_0.e^{-\lambda.t}$

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

عند اللحظة $t = 0$ يكون نشاط عينة مشعة هو $a_0 = \lambda.N_0$

إذن $a(t) = a_0.e^{-\lambda t}$

ملحوظة : هناك عدة أجهزة لقياس النشاط الإشعاعي ، منها :

*عداد جيجر Geiger *عداد جيجر-مولر Geiger-Muller *عداد بالايماض

3-5- التأريخ بالنشاط الإشعاعي :

يستعمل الجيولوجيون وعلماء الأثار تقنيات مختلفة لتحديد أعمار الحفريات والصخور ... ومن بين هذه التقنيات نجد تلك التي تعتمد على النشاط الإشعاعي .

فالصخور والحفريات تحتوي على نويدات مشعة يتناقص عددها مع مرور الزمن ، وبذلك يمكن تأريخ عينة بقياس نشاطها ومقارنته مع نشاط عينة أخرى مرجعية .

كلما كان عمر العينة المراد تأريخها كبيرا وجب استعمال طريقة تعتمد نويدات ذات عمر نصف أكبر .

مثال : يتوفر عنصر الكربون أساسا على نظيرين : الكربون 12 وهو مستقر والكربون 14 وهو إشعاعي النشاط β^- موجود بكميات ضئيلة بسبب ضعف وفارته الطبيعية (0,0001%) حيث يوجد بهذه الوفارة في كل تركيب كيميائي يحتوي على الكربون .

يتكون الكربون باستمرار نتيجة اصطدام نوترونات الأشعة الكونية بالأزوت وفق المعادلة التالية :

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}H$$

نفترض أنه خلال 40000 سنة الأخيرة ، بقيت نسبة الكربون 14 في الفضاء ثابتة مع مرور الزمن .

و نعلم أن جميع الكائنات الحية تتبادل الكربون مع الجو من خلال التنفس أو التركيب الضوئي ومع المركبات العضوية من خلال التغذية . وعند موتها تتناقص هذه النسبة بسبب تفتت نوى الكربون 14 وفق المعادلة التالية : $^{14}_{6}C \xrightarrow{\beta^-} ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$

وبتطبيق قانون التناقص الإشعاعي : $a(t) = a_0.e^{-\lambda t}$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

علما أن $t_{1/2} = 5600\ ans$ و $\lambda = \frac{ln\,2}{t_{1/2}}$

$a(t) = a_0.e^{-\lambda t}$ أي $\frac{a}{a_0} = e^{-\lambda t}$ أي $ln(\frac{a}{a_0}) = -\lambda t$ أي $ln(\frac{a_0}{a}) = \lambda t$

وبقياس نشاط (t) لكتلة معروفة من عينة ، ومعرفة النشاط a_0 لنفس الكتلة من عينة شاهدة حالية ،

يمكن تحديد عمرها t بالعلاقة التالية : $t = \frac{ln(\frac{a_0}{a})}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{ln\,2}.ln(\frac{a_0}{a})$

ملحوظة : يمكن تأريخ بعض الأجسام التي لا يتجاوز عمرها 40000 سنة عن طريق نويدة الكربون 14، وفي حالة الأجسام القديمة جدا ، نستعمل نويدات مشعة عمر نصفها كبير جدا (الأورانيوم 238 لتقدير عمر الأرض مثلا) .