الأستاذ أيوب مرضي	مـــــــادة الـــــفـــــيـــــزيـــــاء	9 صفحات
مستوى الثانية بكالوريا علوم تجريبية	الـجـــزء الثاني: التحولات النووية	
شعبة: علوم الحياة و الأرض – العلوم الفيزيائية – ع ر	مدة الإنجاز (درس+تمارين): 4 س + 1 س	

الدرس الرابع

التناقص الإشعاعي

Décroissance radioactive

I. نواة الذرة (تذكير):

1. تركيب النواة:

تتكون نواة الذرة من جسيمات صغيرة تسمى **النويات** التي تنقسم إلى نوعين هما:

- **البروتونات التي يرمز لعددها بالرمز Z** و يسمى عدد الشحنة أو العدد الذري أو عدد البروتونات، و هي ذات شحنة موجبة (q=+e)، و تقدر كتلتها بـ $1,674927.10^{-27}$Kg.
- **النوترونات التي يرمز لعددها بالرمز N**، و هي ذات شحنة منعدمة (q=0)، و تقدر كتلتها بـ $1,672622.10^{-27}$ Kg.

يرمز **لمجموع النوترونات و البروتونات بالحرف** A، ويسمى عدد النويات أو عدد الكتلة بحيث: **A = Z + N**. كما يرمز لنواة عنصر كيميائي X بالرمز $\mathbf{{}^{A}_{Z}X}$.

مـــثـــال

تركيب نواة عنصر الكلور $^{35}_{17}Cl$:

- عدد النويات: A = 35
- عدد البروتونات: Z = 17
- عدد النوترونات: N = 35 – 17

N = 18

2. النويدات:

يطلق اسم النويدة (nucléide) على مجموع النوى التي لها نفس عدد البروتونات ونفس عدد النوترونات. و يرمز لها بالرمز $\mathbf{{}^{A}_{Z}X}$.

3. نظائر عنصر كيميائي:

نعرف في وقتنا الراهن 118 عنصر كيميائي، لكن هناك أزيد من 1500 نويدة مختلفة، وهذا راجع لكون أن نفس العصر الكيميائي يمكن أن تقابله عدة نويدات تختلف فيما بينها من حيث عدد النوترونات، تسمى هذه النويدات **بالنظائر**.

ومنه فإن **نظائر عنصر كيميائي** هي نويدات تحتوي على **نفس عدد البروتونات Z** و أي من حيث قيم عدد النويات A.

مـــثـــال

- نظائر عنصر الكربون:

$^{12}_{6}C$ و $^{14}_{6}C$

- نظائر عنصر الأورانيوم:

$^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$

4. كثافة المادة النووية:

بينت التجارب أنه يمكن نمدجة نواة ذرة تحتوي على عدد A من النويات، بكرة شعاعها يتغير بتغير عدد الكتلة بحيث: $\mathbf{r = r_0.A^{1/3}}$ مع $r_0 = 1,2.10^{-15}$m شعاع ذرة الهيدروجين.

باعتبار أن الكتلة التقريبية لنوية واحدة هي $m = 1,67.10^{-27}$Kg، فإن القيمة التقريبية للكتلة الحجمية للنواة ذات الحجم : $V = (3/4).\pi.r^3$ هي: $\rho = \frac{A \times m}{V} = \frac{A \times m}{\frac{3}{4} \times \pi \times r^3}$ و بتعويض r فإننا نجد: $\rho = \frac{3 \times m}{4 \times \pi \times r_0^3}$ و بعد التعويض نجد أن:

$\mathbf{\rho = 2,3.10^{17}Kg/m^3 = 2,3.10^{8}tonne/cm^3}$. (تفوق الكتلة الحجمية للأرض و للمشتري)

من هذا نستنتج أن **المادة النووية شديدة الكثافة** حيث أن مكعب ضلعه 1cm من المادة النووية تبلغ كتلته **200 مليون طن**. و هناك نجوم لها نفس هذه الكتلة الحجمية تعرف بالنجوم النيوترونية لأنها مكونة من نوترونات فقط و التي اكتشفت سنة 1968 ميلادية.

II. النشاط الإشعاعي.

1. نشاط تاريخي:

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

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

و في مارس من نفس السنة قام بيكريل بتحميض الصفائح الفوتوغرافية فلاحظ بانبهار كبير أنها متأثرة، رغم عدم تعريضها لأشعة الشمس.

و هكذا **اكتشف بيكريل** أن أملاح الأورانيوم تبعث **تلقائيا** أشعة غير مرئية تترك آثارا على الصفائح الفوتوغرافية. و قد أثبت بعد ذلك أن قابلية بعث الأشعة هي خاصية لعنصر الأورانيوم، و سمى هذه الأشعة بـ **" الأشعة الأورانية".**

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

تلت ذلك عدة أبحاث أدت إلى تعرف و تصنيف الأشعة المنبعثة من المواد المشعة، حيث تعرف الفيزيائيان الإنجليزيان **إرنست رذرفورد** و **فريديريك صودي** على الأشعة المنبعثة من **الأورانيوم 238**، و بينا أنها عبارة عن نوى **الهيليوم** المتأينة، و سميت **أشعة ألفا** α. و يعتبر عن هذا الإنبعاث بالمعادلة: $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$.

في **سنة 1900م**، تعرف بيكريل على نوع آخر من الإشعاعات النووية وهو **الإشعاع بيطا** β^-. و هو عبارة عن انبعاث **إلكترونات** من نوى الثيريوم وفق المعادلة: $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$.

بعد ذلك أبرز الفرنسي **بول فيلار** وجود **الأشعة غاما** γ و هي عبارة عن **موجات كهرومغناطيسية غير مرئية**.

أدت كل هذه الاكتشافات و تطبيقاتها إلى تطور و إغناء المعارف حول طبيعة نواة الذرة.

هنري بيكريل (1852م - 1908م)

بيير كوري (1859م - 1906م) جائزة نوبل 1903م

ماري كوري (1867م - 1934م) جائزة نوبل 1903م و 1911م

إرنست رذرفورد (1871م - 1937م) جائزة نوبل 1908م

فريديريك صودي (1877م - 1957م) جائزة نوبل 1921م

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

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

3) هل تم اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي بالصدفة أم كان هناك تنبؤ نظري باكتشافها؟
تم اكتشاف النشاط الإشعاعي بالصدفة.

4) ما هو النشاط الإشعاعي؟ كيف يمكن الكشف عن المادة مشعة؟
النشاط الإشعاعي هو تفتت طبيعي و غير مرتقب لنواة مشعة. يتم الكشف عنها بواسطة صفائح فوتوغرافية.

5) أذكر اسمي النواتين المشعتين اللتين تم التعرف عليهما إلى حدود 1898م.
النواتين المشعتين اللتين تم التعرف عليهما إلى حدود 1898م هما نواة الأورانيوم 238 و نواة الثوريم 234.

6) أذكر أنواع الإشعاعات النووية الواردة في النص و حدد طبيعتها.
الإشعاع α وهي عبارة عن نواة الهيليوم المتأينة $^{4}_{2}He$ والإشعاع β^- و هي عبارة عن إلكترونات $^{0}_{-1}e$.

7) تحقق من انحفاظ كل من عدد الكتلة A و عدد الشحنة Z في معادلتي التحولين الواردين في النص.
نلاحظ انحفاظ في عدد الكتلة A و عدد الشحنة Z في معادلتي التحولين الواردين في النص.

2. خلاصة:

أ. النشاط الإشعاعي:

النشاط الإشعاعي تحول نووي، يهم نواة الذرة، حيث تتحول خلاله نواة $^{A_1}_{Z_1}X$ غير مستقرة (نواة مشعة أو نواة إشعاعية النشاط) إلى نواة متولدة $^{A_2}_{Z_2}Y$ مستقرة أو في حالة إثارة أقل طاقة مع انبعاث دقيقة $^{A_3}_{Z_3}P$. فنعبر عن ذلك بمعادلة التفتت التي تكتب في الحالة العامة كما يلي: $^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}Y + {}^{A_3}_{Z_3}P$.

و من أهم خصائص النشاط الإشعاعي أنه:

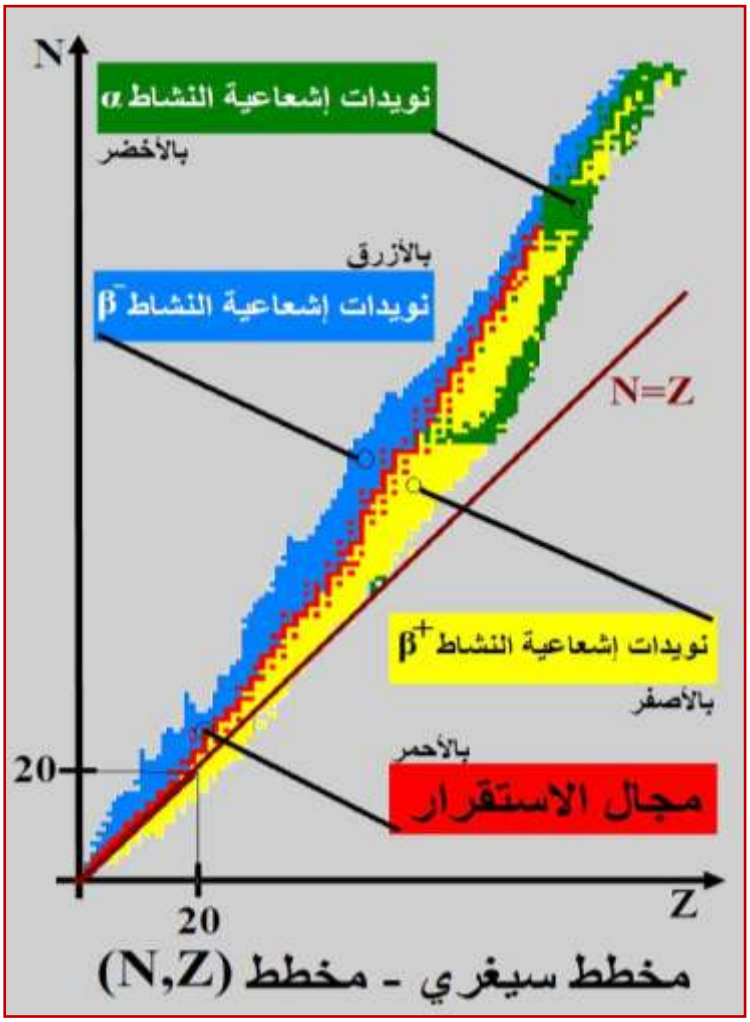
- **عشوائي:** لا يمكن التنبؤ بلحظة تفتت نواة مشعة.
- **تلقائي:** يحدث التفتت دون أي تدخل خارجي.
- **حتمي:** النواة المشعة ستتفتت آجلا أم عاجلا.
- **لا يتعلق بالعوامل الخارجية:** لا يتعلق مثلا بالضغط أو الحرارة أو المجال الذي توجد فيه العينة المشعة.
- **لا يتعلق بالروابط الكيميائية:** لا علاقة له بالروابط الكيميائية التي تكونها الذرة التي تضم النواة المشعة كـ: UF_6.

ب. قانون صودي أو قانون الانحفاظ:

ينص **قانون صودي** (SODDY) على أنه خلال تحول نووي ينحفظ عدد الشحنة Z و عدد النويات A. فبالنسبة للتحول النووي التالي $^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}Y + {}^{A_3}_{Z_3}P$ يكتب قانون صودي كما يلي:

- **انحفاظ عدد النويات A:** $A_1 = A_2 + A_3$
- **انحفاظ عدد الشحنة Z:** $Z_1 = Z_2 + Z_3$

3. مخطط سيغري أو مخطط (N,Z):



مخطط سيغري أو مخطط (N,Z) هو مخطط جامع لجميع النويدات المعروفة، حيث توجد مختلف نظائر نفس العنصر الكيميائي على نفس المستقيم الموازي لمحور الأراتيب (N). كما أنه يميز لنا بين مواقع النويدات المستقرة و النويدات المشعة، ممثلا كل نويدة بمربع صغير.

و يقسم مخطط سيغري كما يلي:

- **بالنسبة للنويدات ذات $Z \leq 20$:** يحتوي هذا المجال على نويدات مستقرة ممثلة باللون الأحمر. كما تسمى هذه المنطقة **بمنطقة الاستقرار**، تلتقي هذه الخيرة مع المستقيم ذي المعادلة N=Z، مما يدل على أن هذه النوى تتميز بعدد البروتونات Z مساو لعدد النوترونات N بمعنى أن $A=2Z=2N$.
- **بالنسبة للنويدات ذات $Z > 20$:** تكون منطقة الاستقرار في هذا المجال فوق المنصف الأول (N=Z)، حيث عدد النوترونات N أكبر من عدد البروتونات Z بالنسبة لكل نويدة، مما يفسر أن استقرار النواة لا يمكن أن يحصل إلا إذا كان عدد النوترونات أكبر من عدد البروتونات.

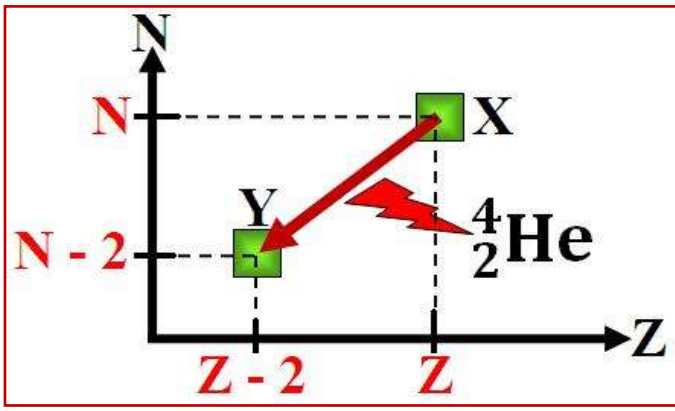
4. التحولات النووية التلقائية:

أ. النشاط الإشعاعي α:

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

النشاط الإشعاعي α تفتت طبيعي و تلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة $^{A-4}_{Z-2}Y$ أكثر استقرارا، مع انبعاث دقيقة **نواة الهيليوم** $^{4}_{2}He$. و تكتب معادلة هذا التحول النووي كما يلي:

يخص هذا النشاط الإشعاعي النويدات الثقيلة (ذات A>200)، كما أن الأشعة α قليلة الاختراق حيث يمكن لورقة صغيرة أن توقفها، و نمثل هذا النشاط في مخطط سيغري كما يوضح الشكل أسفله.



مثال

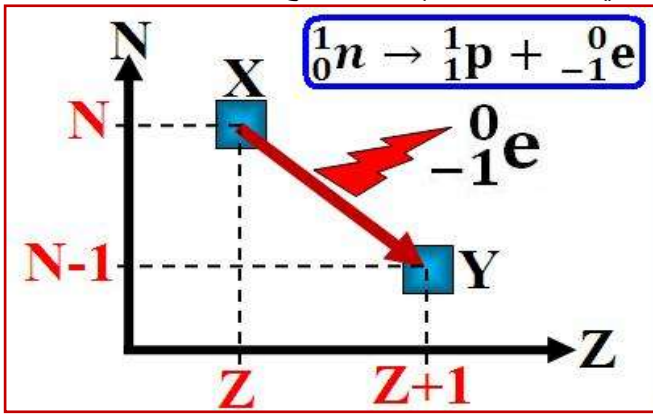
$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

ب. النشاط الإشعاعي β^-:

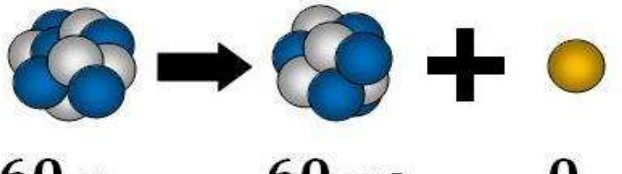
$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+1}Y + ^{0}_{-1}e$$

النشاط الإشعاعي β^- تفتت طبيعي و تلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة $^{A}_{Z+1}Y$ أكثر استقرارا، مع انبعاث دقيقة و التي هي عبارة عن **إلكترون** $^{0}_{-1}e$. و تكتب معادلة هذا التحول النووي كما يلي:

من خلال معادلة التحول النووي نلاحظ أن للنواة الأصلية و المتولدة نفس عدد النويات A رغم أنه قد إزداد بروتونا، و هذا يفسر بأن هذا النشاط الإشعاعي عبارة عن تحول نوترون إلى بروتون و ذلك حسب المعادلة الظاهراتية أسفله، كما أنه تتميز به النويدات ذات وفرة في النوترونات، و نمثله في مخطط سيغري كما يوضح الشكل أسفله.



مثال



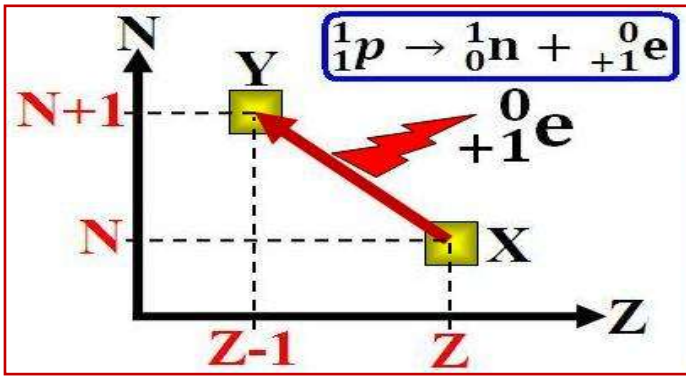
$$^{60}_{27}Co \rightarrow ^{60}_{28}Ni + ^{0}_{-1}e$$

ج. النشاط الإشعاعي β^+:

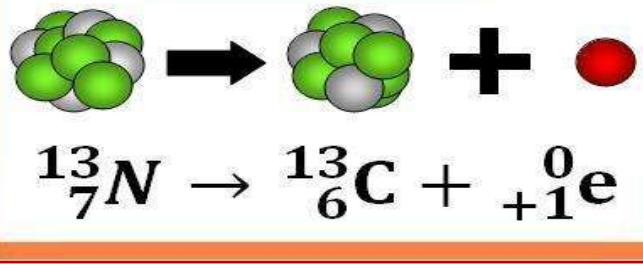
$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z-1}Y + ^{0}_{+1}e$$

النشاط الإشعاعي β^+ تفتت طبيعي و تلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية $^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة $^{A}_{Z-1}Y$ أكثر استقرارا، مع انبعاث دقيقة و التي هي عبارة عن **بوزيترون** $^{0}_{+1}e$، الذي هو دقيقة لا تختلف عن الإلكترون إلا في إشارتها الكهربائية $(q_{(pozitron)}=+e)$، و تكتب معادلة هذا التحول النووي كما يلي:

في هذا التحول النووي يكون للنواة المتولدة و النواة الأصلية نفس عدد النويات A، غير أن عدد بروتوناتها أقل بوحدة، و عدد نوتروناتها أكثر بوحدة، و هذا يفسر بأن هذا التحول النووي ماهو إلا تحول بروتون إلى نوترون حسب المعادلة الظاهراتية أسفله. و نمثله في مخطط سيغري كما يوضح الشكل التالي.



مثال



$$^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{+1}e$$

د. النشاط الإشعاعي γ:

يمكن للنواة المتولدة عن أحد التفتتات α أو β^- أو β^+ في حالة طاقية أكبر من حالتها الأساسية المستقرة. نقول أن النواة المتولدة **مثارة** و نرمز لها بالرمز $^{A}_{Z}Y^{*}$. لتفقد هذه النواة المثارة إثارتها تكتفي ببعث فائض من الطاقة على شكل **موجات كهرمغنطيسية** ، طول موجتها صغير جدا ($\lambda<1pm$). تكتب معادلة هذا الإشعاع على الشكل التالي:

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

مثال

$$^{16}_{7}N \rightarrow {}^{16}_{8}O^{*} + {}^{0}_{+1}e$$

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

5. الفصيلة المشعة:

في بعض الأحيان، تكون النويدة الناتجة عن النويدة الأصلية خلال نشاط إشعاعي غير مستقرة، فتتفتت بدورها إلى نواة أخرى، وهكذا إلى أن نحصل في الأخير على نويدة مستقرة تنتمي لمجال الاستقرار في مخطط سيغري. و نسمي مجموع النويدات الناتجة عن نفس النويدة الأصلية **بالفصيلة المشعة. (أنظر جانبه)**

6. تطبيق 1:

الأسئلة

تتحول نويدة الأورانيوم 238 $(^{238}_{92}U)$ إلى نويدة الرصاص 206 $(^{206}_{82}Pb)$، على إثر سلسلة من التفتتات التلقائية و المتتالية من طراز α و β^- حسب المعادلة التالية: $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x.\alpha + y.\beta^-$

1) **تعرف على الدقيقتين α و β^-.**
2) **باستعمال قانون صودي حدد x و y.**

الأجوبة

1) **بالنسبة للنشاط الإشعاعي α الدقيقة المنبعثة هي نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$**
بالنسبة للنشاط الإشعاعي β^- الدقيقة المنبعثة هي إلكترون $^{0}_{-1}e$
و منه تكتب العادلة كما يلي: $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x.{}^{4}_{2}He + y.{}^{0}_{-1}e$
2) **حسب قانون صودي:**
انحفاظ عدد الكتلة: 238=206+4x+0y=206+4x نحل المعادلة فنجد أن: x = 8.
انحفاظ عدد الشحنة: 92=82+2x-y=82+16-y نحل المعادلة فنجد أن: y = 6.
و بالتالي تكتب المعادلة كما يلي: $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8.{}^{4}_{2}He + 6.{}^{0}_{-1}e$

III. قانون التناقص الإشعاعي.

1. الصبغة العشوائية للنشاط الإشعاعي:

إن القياسات المتتالية لعدد التفتتات خلال مدة زمنية Δt، تعطي نتائج مختلفة لا يمكن التنبؤ بها، إذن **فالنشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية**، إذ لا يمكن التنبؤ مسبقا بلحظة تفتت النواة و لا حتى تغيير خاصيات و مميزات هذه الظاهرة.

إن الدراسة الإحصائية لهذه الظاهرة تمكن من التنبؤ بالتطور الزمني لعينة مشعة، حيث تخضع هذه العينة **لقانون التناقص الإشعاعي**. (رذرفورد و صودي سنة 1902م)

2. قانون التناقص الإشعاعي:

علاقات رياضية مهمة

دالة اللوغاريتم النيبيري $f(x) = \ln(x)$:	دالة اللوغاريتم الأسية $f(x) = \exp(x) = e^x$:
معرفة على المجال $]0;+\infty[$.	معرفة على المجال IR.
$\ln(1) = 0$	$\exp(0) = e^0 = 1$
$\ln(a.b) = \ln(a) + \ln(b)$	$e^{(a+b)} = e^a \cdot e^b$
$\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln(a) - \ln(b)$	$e^{-a} = \frac{1}{e^a}$
$\ln\left(\frac{1}{a}\right) = -\ln(a)$	$\frac{e^a}{e^b} = e^{a-b}$
$\ln x^n = n.\ln x$	$(e^a)^b = e^{a.b}$
المشتقة: $(\ln(f(x)))' = \frac{f'(x)}{f(x)}$	المشتقة: $(e^{f(x)})' = f'(x).e^{f(x)}$

$x = \ln y <=> y = e^x$ و $e^{\ln x} = x$ و $\ln e^x = x$

نعتبر عينة تحتوي على N_0 من النويدات المشعة عند اللحظة **t=0**، و بما أن بعضها يتفتت مع مرور الزمن فإننا نعتبر **N(t)** عدد النويدات التي لم تتفتت (المشعة) عند اللحظة **t** و أن **N(t) + dN** هو عدد النويدات المتبقية في العينة عند اللحظة **t + dt** مع **dN < 0** لأن **N(t) يتناقص**. إذن عدد النوى المتفتتة بين اللحظتين **t** و **t + dt** هو:

$$N(t) - (N(t) + dN) = -dN$$

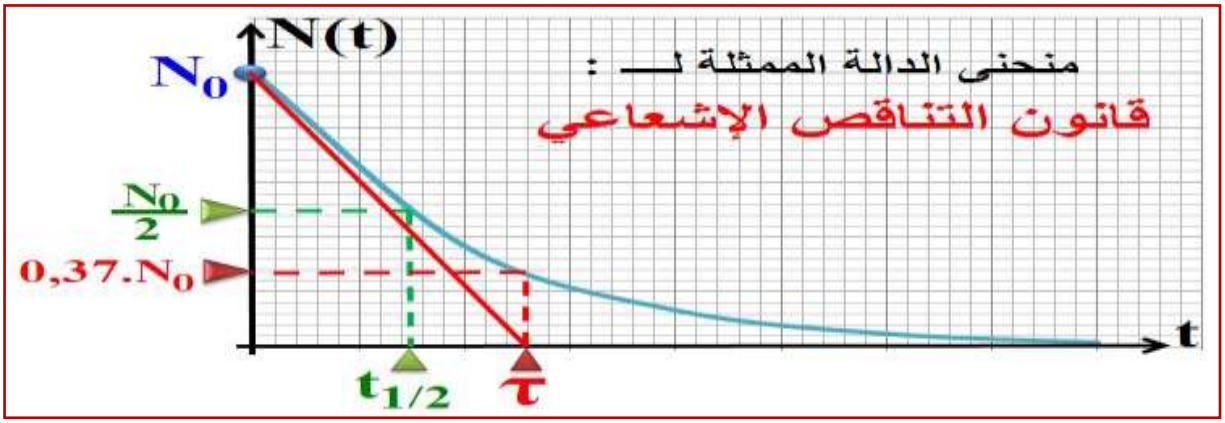
و قد أكدت التجارب أن $-dN$ يتناسب مع $N(t)$ و dt أي أن: $-dN = \lambda.N(t).dt$ و منه نحصل على المعادلة التفاضلية من الدرجة الأولى التالية: $\frac{dN}{N} = -\lambda \times dt$ و التي يكتب حلها كما يلي: $N(t) = k.e^{-\lambda t}$ (1).

تحدد الثابت k بالاعتماد على الشروط البدئية بحيث عند اللحظة $t=0$ لدينا: $N(t=0) = N_0$ و بالتعويض في المعادلة (1) نجد: $N(t=0) = k.e^{-\lambda.0} = k = N_0$ و منه نحصل على **قانون التناقص الإشعاعي** الذي نعبر عنه بالعلاقة التالية:

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

مع:

- N_0 عدد النويدات غير المتفتتة (المشعة) عند اللحظة $t = 0$.
- λ تسمى الثابتة الإشعاعية أو ثابتة التفتت و هي ثابتة تميز النويدة و لا تتعلق بالشروط البدئية، و حدتها هي (s^{-1}).



3. ثابتة الزمن لعينة مشعة:

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

تمكن ثابتة التفتت λ من التعرف على زمن مميز يخص النويدة المشعة المدروسة، يسمى **بثابتة الزمن**، يرمز لها بالرمز τ، ووحدتها الثانية (s) وتعرف بالعلاقة التالية:

فيصبح قانون التناقص الإشعاعي يكتب كما يلي: $N(t) = N_0 \times e^{-\frac{t}{\tau}}$.

عند اللحظة $t = \tau$ تأخذ N(t) القيمة: $N(\tau) = N_0.e^{-1} = 0,37.N_0$ و هذا معناه نقصانا في عدد النويدات المشعة البدئية N_0 بنسبة **63%**.

و تمثل τ نقطة تقاطع المماس للمنحنى عند اللحظة t=0 مع محور الأفاصيل. (أنظر منحنى الشكل السابق)

4. عمر النصف لعينة مشعة:

عمر النصف $t_{1/2}$ المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف عدد نوى العينة عند اللحظة $t = t_{1/2}$، بحيث:

لدينا: $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ *(1)*

و نعلم أن: $N(t_{1/2}) = N_0.e^{-\lambda.t_{1/2}}$ (2)

و بالتساوي بين العلاقتين (1) و (2) : $\frac{N_0}{2} = N_0.e^{-\lambda.t_{1/2}}$

أي أن: $\frac{1}{2} = e^{-\lambda.t_{1/2}}$ يعني أن: $\lambda.t_{1/2} = \ln 2$

و منه عمر النصف لنويدة مشعة يعرف بالعلاقة التالية:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau.\ln 2$$

(أنظر منحنى الشكل السابق)

5. نشاط عينة مشعة:

نشاط عينة a(t) تحتوي على عدد N(t) من النوى المشعة هو عدد النويدات المتفتتة في وحدة الزمن، و يعبر عنه بالعلاقة: $a(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda.N_0.e^{-\lambda.t} = \lambda.N(t)$ و بوضع $a_0 = \lambda.N_0$ نشاط عينة مشعة عند اللحظة (t=0)، نجد:

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

ملاحظات:

- من خلال العلاقة نستنتج أن منحنى a(t) عبارة عن دالة أسية تناقصية.
- وحدة a(t) هي **البيكريل becquerel** و نرمز لها بالرمز (Bq)، حيث كل 1Bq يمثل تفتتا واحدا في الثانية.
- هناك أجهزة عدة لقياس النشاط الإشعاعي نذكر منها: عداد جيجر – عداد جيجر مولر – عداد بالإيماض ...

6. تطبيق 2:

الأسئلة

نويدة اليود 131 $\left(^{131}_{53}I\right)$ إشعاعية النشاط β^-، عمر نصفها $t_{1/2} = 8jours$. خلال فحص طبي ابتلع مريض كمية من اليود 131 كتلتها 1µg.

1) أكتب معادلة تفتت اليود 131 علما ان النواة المتولدة هي كزينون Xe.

2) أعط قانون التناقص الإشعاعي الذي تحققه الكتلة m.

3) أحسب كتلة اليود 131 المتبقية في جسم هذا الشخص بعد 30 يوما من الابتلاع.
4) أحسب المدة الزمنية اللازمة لكي تبقى في الجسم النسبة 1% من كتلة اليود 131 المبتلعة.

الأجوبة

1) اليود 131 إشعاعي النشاط β- أي أن معادلة التفتت هي: $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}Xe + {}^{0}_{-1}e$
نحدد a و z و ذلك حسب قانون صودي:
انحفاظ عدد الكتلة: 131 = a + 0 نحل المعادلة فنجد أن: a = 131.
انحفاظ عدد الشحنة: 53 = z + (-1) نحل المعادلة فنجد أن: z = 54.
و بالتالي تكتب معادلة التفتت كما يلي: $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$

2) لدينا قانون التناقص الإشعاعي هو: $n(t) = n_0.e^{-\lambda t}$ و نعلم أن: $\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ أي أن: $N = N_A \times \frac{m}{M}$ نعوض في العلاقة السابقة فنجد: $N_A \times \frac{m(t)}{M} = N_A \times \frac{m_0}{M} . e^{-\lambda t}$ ومنه قانون التناقص الإشعاعي الذي تحققه الكتلة m يكتب كما يلي: $m(t) = m_0.e^{-\lambda t}$

3) كتلة اليود 131 المتبقية في جسم هذا الشخص بعد 30 يوما من الابتلاع:
لدينا: $m(t) = m_0.e^{-\lambda t}$ أي $m(t) = m_0 . e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t}$ تعبير عددي: $m(30) = 1 . e^{-\frac{\ln 2}{8}\times 30}$ أي أن: $m(30) = 7{,}4.10^{-2}\mu g$

4) الزمنية اللازمة لكي تبقى في الجسم النسبة 1% من كتلة اليود 131 المبتلعة:
لدينا: $m(t') = m(1\%) = m_0.e^{-\lambda t'}$ أي: $m_0 \times \frac{1}{100} = m_0 . e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t'}$ و منه: $t' = \frac{\ln 100}{\ln 2} \times t_{1/2}$
وبالتطبيق العددي نجد: t'= 53,150j = 53j 03h 36min

IV. التأريخ بالنشاط الإشعاعي.

1. مبدأ التأريخ:

يعتمد الجيولوجيون و علماء الآثار على عدة تقنيات مختلفة تمكنهم من تحديد أعمار الحفريات و الصخور والمومياء... و من بين هذه التقنيات نجد تلك التي تعتمد على النشاط الإشعاعي. فالصخور و الحفريات ... تحتوي على نويدات مشعة يتناقص عددها مع مرور الزمن. و بذلك يمكن تأريخ عينة بقياس نشاطها الإشعاعي و مقارنته مع نشاط عينة أخرى مرجعية. كما أنه كلما كان عمر العينة المراد تأريخها كبيرا وجب استعمال طريقة تعتمد على نويدات ذات عمر نصف كبير.

2. التأريخ بالكربون 14:

تتبادل الكائنات الحية الكربون مع الجو و مع المركبات العضوية.

يتوفر عنصر الكربون أساسا على نظيرين هما الكربون 12، و هو نويدة مستقرة، و كذلك الكربون 14، وهو إشعاعي النشاط β^-، حيث أن هذا الأخير موجود بكمية ضئيلة بسبب ضعف وفارته الطبيعية 0,0001% حيث يوجد في أي تركيب كيماوي بهذه النسبة من الوفارة.

يتكون هذا العنصر ذو $t_{1/2}$ = 5600ans نتيجة تفاعل نوى الأزوت مع نوترونات الأشعة الكونية حسب المعادلة النووية التالية:

إن هذه النسبة توجد في كل الكائنات الحية، و عند موتها تتناقص هذه النسبة أسيا نتيجة تفتت نويدة الكربون 14 وعدم تعويضها، و ذلك وفق معادلة التفتت التالية:

و بالاستعانة بالعلاقة السابقة: $a(t) = a_0.e^{-\lambda t}$ يمكن تحديد عمر عينة بالعلاقة التالية:

$$t = -\frac{1}{\lambda} \times \ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{a_0}{a(t)}\right)$$

حيث $a(t)$ نشاط العينة المراد تأريخها عند اللحظة t، و a_0 نشاط العينة المرجعية.

3. التأريخ بطرق أخرى:

لتأريخ عينات قديمة جدا كالصخور، يستعمل على سبيل المثال الأورانيوم 238 الذي عمر نصفه $4{,}4.10^9$ سنة.

قد مكن استعمال التأريخ بالأورانيوم 238 من تقدير عمر الأرض و الذي يقدر بحوالي 4.55 مليار سنة.