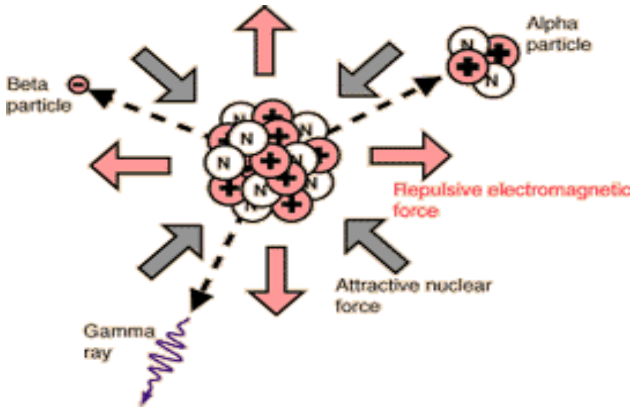
يعرف النشاط (التهافت) الإشعاعي لعنصر ما بأنه عدد الأنوية التي تتفكك أو تتحلل في الثانية الواحدة لينتج من هذا التحلل انبعاث جسيمات موجبة أو سالبة او إشعاعات كهرومغناطيسية. وتعرف النظائر التي يحدث فيها هذا النوع من التفكك أو الاضمحلال بالنظائر المشعة وتجدر الإشارة إلى أن عملية التفكك تحدث في النظائر سواء كانت في صورة نقية أم تدخل ضمن مركبات كيميائية أو بيولوجية أو غيرها. كما أن عملية التفكك لا تتأثر بالعوامل الفيزيائية والكيميائية مثل الحرارة و البرودة. . . الخ .



الشكل (1.4): نواة عنصر مشع تصدر إشعاعات نووية.

تصنف الجسيمات أو الإشعاعات التي تنطلق من النواة إلى ثلاثة أنواع:

1. أشعة (جسيمات β) وهي عبارة عن جسيمات موجبة او سالبة.
2. أشعة (جسيمات α) وهي عبارة عن أنوية الهليوم الموجبة.
3. أشعة (γ) وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة أعلى (تردد أعلى) من أشعة X.

التحلل الإشعاعي و التفاعلات النووية موصوفة بواسطة الانتقال من نظام ابتدائي (النواة الأم) إلى نظام نهائي (النواة الوليدة) وهي تحدث بإحدى الطريقتين:

طريقة تلقائية: إذا كانت الطاقة الكلية للنواة البنت أقل من الطاقة الكلية للنواة الأم فإن الانتقال يمكن حدوثه تلقائيا.

طريقة صناعية: إذا كانت الطاقة الكلية للنواة الأم أقل من الطاقة الكلية للنواة البنت فإن الانتقال لا يحدث إلا إذا قدمنا طاقة للنواة الأم.

1.4 النشاط الاشعاعي

1.1.4 قانون الانحلال الإشعاعي:

إن أي عينة ماكروسكوبية من نظير مشع تتكون من عدد كبير من الأنوية المشعة. هذه الأنوية لا تشع جميعها في آن واحد بل تشع واحدة تلو الأخرى بفترات زمنية. ان عملية الإشعاع هي عملية عشوائية لا يمكننا التنبؤ متى ستنحل نواة معينة، لكن يمكننا حساب عدد النوى التي ستنحل في فترة زمنية معينة وذلك بالاعتماد على أساس احتمالي.

إن عدد الانحلالات ΔN التي تحدث في فترة زمنية قصيرة Δt تعطى بالعلاقة التالية:

$$\Delta N = -\lambda N \Delta t \qquad (1.4)$$

حيث: λ ثابت الانحلال الإشعاعي الخاص بالنظير.

كلما كان λ كبير كلما كان معدل الانحلال كبير. أما الإشارة السالبة فتدل على أن N في حالة نقصان ومنه:

$$dN = -\lambda N dt$$

وبالتالي يمكن حساب N كما يلي:

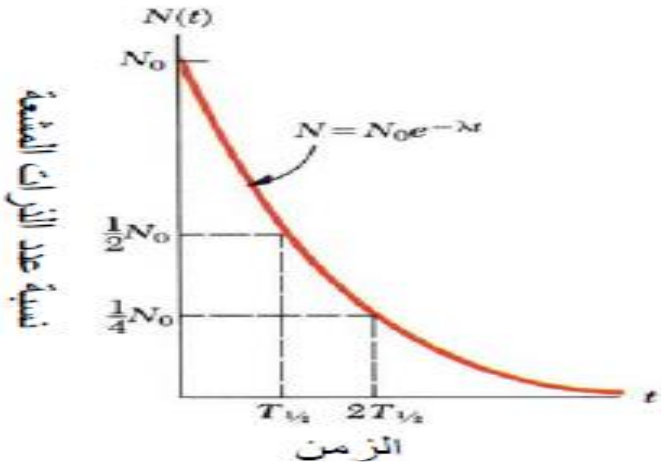
$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \Rightarrow \int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\int_0^t \lambda dt$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (2.4)$$

حيث: N_0:عدد الأنوية الابتدائية عند $t = 0$.

N: عدد الأنوية المتبقية عند الزمن t.

وتسمى العلاقة (1.4) قانون انحلال النشاط الإشعاعي. ونلاحظ أن عدد الأنوية المشعة لعينة معينة يتناقص أسيا مع الزمن كما هو موضح في الشكل (2.4).



شكل (2.4): تغير عدد ذرات مادة مشعة مع الزمن.

وبما أن كتلة المادة المشعة m(t) متناسبة مع عدد ذراتها N(t) يمكن كتابة القانون (1.4) كما يلي:

$$m(t) = m(0)e^{-\lambda t}$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t} \qquad (3.4)$$

1.1.1.4 ثابت التفكك الاشعاعي λ:

يعرف المعامل λ باسم ثابت التفكك الاشعاعي وهو عبارة عن احتمال تفكك نواة واحدة معينة في ثانية واحدة وحدة قياس هذا المعامل هي مقلوب الثانية أي (S^{-1}) حيث انها تعبر عن احتمال تفكك النواة في الثانية، كلما كانت λ كبيرة كلما كان معدل التفكك أكبر.

2.1.1.4 زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

الزمن اللازم لتفكك نصف عدد النوى الابتدائي

$$N(t) = \frac{N_0}{2}$$

$$t = t_{1/2}$$

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda} \qquad (4.4)$$

3.1.1.4 متوسط العمر τ :

إن متوسط العمر لعينة مشعة و هو متوسط الزمن الذي تستغرقه نواة العنصر المشع قبل أن تتفكك أو تضمحل كليا، ويحدد كالأتي:

$$\tau = \left(\frac{1}{N_0}\int_0^{\infty} \lambda N(t) t dt\right) = \frac{1}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{0.693} \qquad (5.4)$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{0.693}$$

2.1.4 معدل الانحلال(الشدة الإشعاعية) A(t) :

إن معدل الانحلال هو عدد الانحلالات في وحدة الزمن، وانطلاقا من العلاقة (1.4) نستطيع ايجاد علاقة عامة تحدد الشدة الإشعاعية حيث:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\left(\frac{dN}{dt}\right)_0 = -\lambda N_0 \qquad \text{عند } t = 0:$$

$$\frac{dN}{dt} = \left(\frac{dN}{dt}\right)_0 e^{-\lambda t}$$

$$\mathrm{A(t)} = \frac{\mathrm{dN(t)}}{\mathrm{dt}}$$

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

وتعرف $A_0 = \lambda N_0$ بالشدة الإشعاعية للعينة عند اللحظة $t = 0$ ، لذا فإن:

$$\mathrm{A(t)} = \mathrm{A_0 e^{-\lambda t}} \qquad (6.4)$$

1.2.1.4 وحدات قياس الشدة الإشعاعية:

تعرف وحدة النشاط الإشعاعي البيكريل (Bq) بأنها تفكك نووي في الثانية (حسب نظام الوحدات الدولية).

1 (Bq) =1 تفكك / الثانية.

أما وحدة الكوري (Ci) فتعرف بأنها عدد التفككات النووية في الثانية الناتجة عن غرام واحد من الراديوم. وأجزاؤه وهي الميلي كوري mCi والميكروكوري µCi، عند معايرة الشدة الاشعاعية لغرام من الراديوم وجدت أنها مساوية 3.7×10^{10} تفكك في الثانية.

وهناك وحدة ثالثة للنشاط الإشعاعي هي راذرفورد Rutherford (Rd) وهي عبارة عن تفكك في الثانية وهي نادرة الاستخدام.