

بسم الله الرحمن الرحيم

الكيمياء النووية

تعريف: هي فرع الكيمياء الذي يهتم بدراسة ما يحدث من تغيرات في نواة الذرة.
*تتكون الذرة من نواة تتركز فيها معظم كتلة الذرة والالكترونات في حالة حركة مستمرة ، تحمل النواة شحنة موجبة وتعادل الشحنة الالكترونات السالبة ، اذا الذرة متعادلة كهربياً.
*تتكون النواة من الآتي:

* **البروتونات:** وهي عبارة عن دقائق نووية موجبة وعددها يسمى العدد الذري للعنصر ورمزه (Z)
* **النيوترونات:** وهي دقائق نووية متعادلة الشحنة ويمكن أن تختلف ذرات العنصر الواحد في عددها.
النويات: هي مكونات النواة من بروتونات ونيوترونات ومفردها نوية.

العدد الكتلي: هو مجموع النويات الموجودة في النواة الواحدة. ورمزه (A)

يمكن حساب عدد النيوترونات في أي ذرة بالعلاقة: عدد النيوترونات = $Z - A$
أي عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري.

النظائر (النويدات): هي نوي العنصر الواحد التي تتفق في عددها الذري وتختلف في العدد الكتلي نتيجة لاختلاف عدد نيوترونها.
أمثلة :

نظائر الهيدروجين: ^1_1H , ^2_1H , ^3_1H نظائر اليورانيوم $^{234}_{92}\text{U}$, $^{235}_{92}\text{U}$, $^{238}_{92}\text{U}$

طاقة الترابط النووي:

في عام ١٩٣٠م اكتشف العلماء أن كتلة الذرة تكون دائماً أقل من كتل الجسيمات المشاركة في تكوينها. مثال ذرة الهيليوم: تحتوي على ٢ الكترون ، ٢ بروتون ، ٢ نيوترون

كتلة ٢ الكترون = $2 \times 0.000549 = 0.001098$ وحدة كتلة ذرية.

كتلة ٢ بروتون = $2 \times 1.007286 = 2.014572$ وحدة كتلة ذرية.

كتلة ٢ نيوترون = $2 \times 1.008665 = 2.017330$ وحدة كتلة ذرية.

مجموع كتل هذه الجسيمات = 4.033000 وحدة كتلة ذرية.

وباستخدام جهاز مطياف الكتلة وجد أن كتلة ذرة الهيليوم = 4.002603 وحدة كتلة ذرية.

النقص في الكتلة = $4.033000 - 4.002603 = 0.030397$ وحدة كتلة ذرية.

أن الفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة حسب نظرية انشتاين تسمى بطاقة الربط النووي وهي تعمل على تماسك مكونات النواة.

تع

هي

نظرية البرت اينشتاين (النظرية النسبية ١٩٠٥م)

تنص على أن : (لكل جسيم متحرك كتلتين يجب التمييز بينهما هما كتلة الجسيم في حالة السكون وكتلة الجسيم النسبية وهي كتلة الجسيم في حالة السكون مضافاً إليها كتلة أخرى لطاقة الحركة التي يمتلكها الجسيم).

وصف انشتاين قانون مكافئ الكتلة والطاقة بأن كتلة الجسم يمكن أن تتحول إلى طاقة بالعلاقة التالية:

$$E = MC^2 \text{ ، } (C) \text{ مربع سرعة الضوء}$$

الاشعاع:

في عام ١٨٩٥م اكتشف العالم رونتجن الاشعة السينية: وهي نوع من الاشعاعات الكهرومغناطيسية مشابهة للموجات الضوئية أو موجات الراديو. تنتج الاشعة السينية من تصادم أشعة المهبط بقطعة ما. وبعدها بعام اكتشف العالم الفرنسي هنري بيكريل خروج اشعاعات قوية لا تراها العين المجردة من أحد خامات اليورانيوم. كان الفضل لبيكريل في استخدام مصطلح النشاط الاشعاعي للإشارة لإنبعاث الاشعة من مواد معينة.

النشاط الاشعاعي:

هو انبعاث الاشعة غير المرئية من نويدات غير مستقرة فتتكون نويدات أخرى أكثر استقراراً.

تم التعرف على ثلاث أنواع من الاشعاعات وسميت باشعة الفا (α) وبيتا (β) وغاما (γ)

طبيعة النشاط الاشعاعي:

يختلف النشاط الاشعاعي عن النشاط الكيميائي العادي في الآتي:

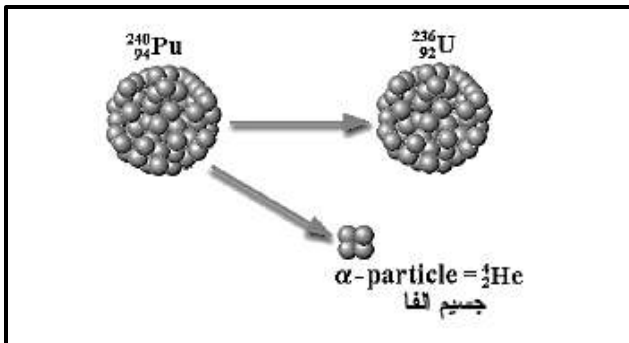
١. النشاط الاشعاعي لا يتأثر بالتغير في درجة الحرارة.
٢. النشاط الاشعاعي لا يتأثر بالتغير في الضغط.
٣. يحدث النشاط الاشعاعي نتيجة للتحلل التلقائي للنوي الذرية غير المستقرة.

النتائج المترتبة على النشاط الاشعاعي:

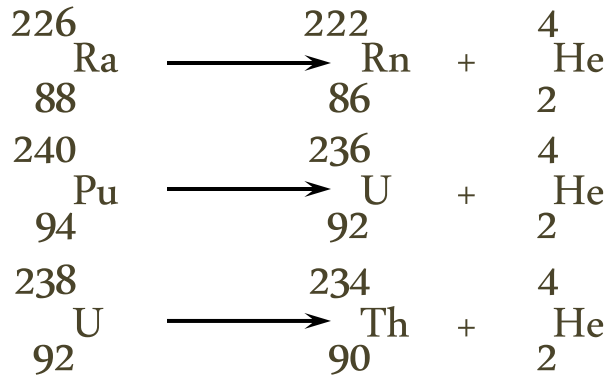
هنالك نوعين مهمين للنشاط الاشعاعي:

(١) إنبعاث أشعة الفا (α)

هي نواة ذرة الهيليوم التي تحتوي على بروتونين ونيوترونين. تنبعث الفا من النوي التي تحتوي على عدد أكبر من ٨٣ بروتون ، يترتب على انبعاثها عددها الكتلي بمقدار ٤

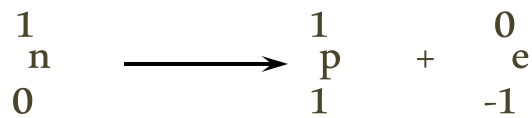


أمثلة:



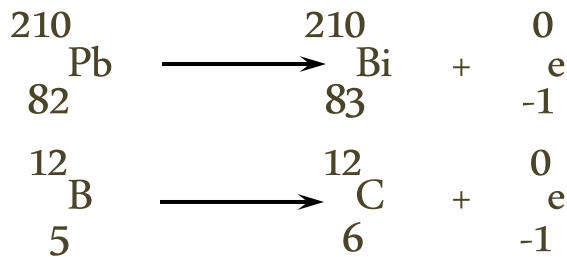
(٢) انبعاث اشعة بيتا (β)

يتم في ذرات غير مستقرة ولا يشترط أن يكون عددها الكتلي كبير ، حيث يتحول نيترون في نواة الذرة إلى بروتون والكترون كالآتي:



يبقى البروتون في نواة الذرة وينبعث الالكترون ويترتب عليه زيادة العدد الذري بمقدار ١ ويظل العدد الكتلي ثابت لا يتغير.

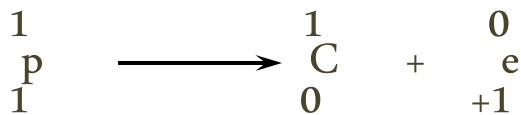
أمثلة:



أمثلة لأنواع أخرى للنشاط الاشعاعي:

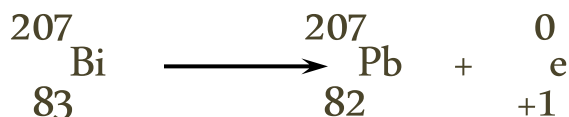
(١) انبعاث بيتا الموجبة (البوزيترون):

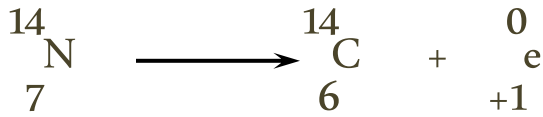
يتحول البروتون في نواة الذرة إلى نيترون وبوزيترون على النحو الآتي:



يبقى النيترون في النواة وينبعث البوزيترون في شكل أشعة تسمى بأشعة بيتا الموجبة ويترتب على ذلك نقصان الرقم الذري بمقدار ١ ويظل الرقم الكتلي ثابت.

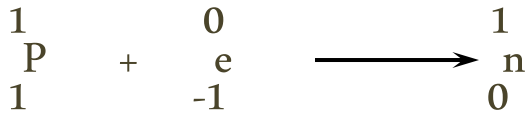
أمثلة:



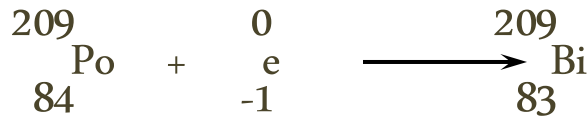
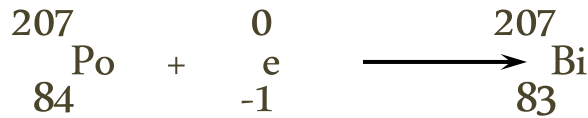


(٢) الأسر الالكتروني:

هو أسر أحد الالكترونات الدائرة خارج النواة بواسطة أحد البروتونات في نواة الذرة فيتحول البروتون الى نيترون كالآتي:



ويترتب عليه نقصان العدد الذري بمقدار ١ ويظل العدد الكتلي ثابت.
أمثلة:

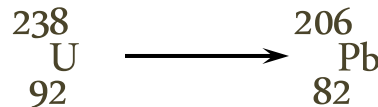


سلاسل التحلل الاشعاعي:

هي مجموعة النويدات التي تتكون نتيجة للنشاط الاشعاعي المستمر بالترتيب الذي يؤدي في النهاية إلى تكوين النوييدة المستقرة. توجد عدة سلاسل للتحلل الاشعاعي ولكن نشير هنا الى ثلاث سلاسل مميزة وهي:

(١) سلسلة اليورانيوم – راديوم:

وهي السلسلة التي تبدأ باليورانيوم ${}^{238}_{92}\text{U}$ وتنتهي بالنوييدة المستقرة وهي الرصاص ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ مروراً بالراديوم ${}^{226}_{88}\text{Ra}$



* لمعرفة تكوين هذه السلسلة وبالتالي وزن المعادلة النووية نتبع الخطوات التالية:

* مقدار النقص في العدد الكتلي = $238 - 206 = 32$

$$\text{عدد جسيمات الفا المنبعثة} = \frac{\text{مقدار النقص في العدد الكتلي}}{4} = \frac{32}{4} = 8$$

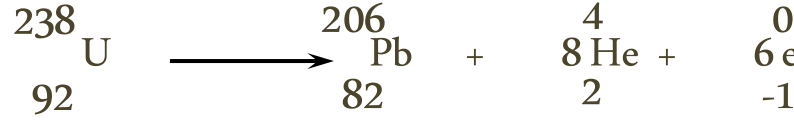
* العدد الذري في الجانب الأيسر = ٩٢

* العدد الذري في الجانب الأيمن = ٨٢ + ١٦ = ٩٢

* عدد جسيمات بيتا = العدد الذري في الجانب الأيسر - العدد الذري في الجانب الأيمن

$$٩٨ - ٩٢ = ٦$$

وعليه يمكن كتابة المعادلة النووية موزنة كالآتي:



(٢) سلسلة الثوريوم $^{232}_{90}\text{Th}$ وهي تبدأ بالثوريوم ٢٣٢ وتنتهي بالرصاص ٢٠٨.

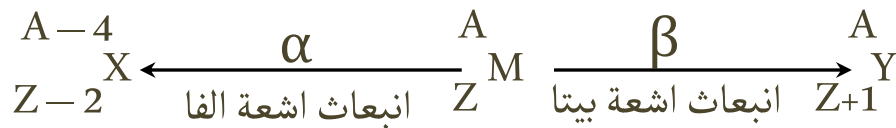
متبعاً الخطوات السابقة أكتب المعادلة النووية لتحلل الثوريوم ٢٣٢ ثم زنها.

(٣) سلسلة اليورانيوم - اكتينيوم: وهي تبدأ باليورانيوم ٢٣٥ وتنتهي بالرصاص ٢٠٧ مروراً بالاكتينيوم ٢٢٧.

بنفس الخطوات السابقة أكتب المعادلة النووية لتحلل اليورانيوم ٢٣٥ ثم زنها.

قانون الازاحة:

هو القانون الذي يعبر عن التغير في كل من العدد الذري والعدد الكتلي المصاحب للتحلل الاشعاعي ويمكن تمثيله كالآتي:



تنظم هذه التغيرات القواعد التالية:

(١) عند انبعاث أشعة بيتا :

(i) لا يتأثر العدد الكتلي.

(ii) يزداد العدد الذري بمقدار واحد ونتيجة لذلك تنزاح النوييدة الي يمين الجدول الدوري بموقع واحد

(٢) عند انبعاث أشعة الفا:

(i) ينقص العدد الكتلي بمقدار ٤

(ii) ينقص العدد الذري بمقدار ٢ ونتيجة لذلك تنزاح النوييدة يسار الجدول الدوري بموقعين.

معدل (سرعة التحلل الاشعاعي):

هو عدد النويدات المتحللة اشعاعياً في وحدة الزمن.

لا يتأثر معدل التحلل بالحرارة أو الضغط أو الحالة الكيميائية التي تكون عليها الذرة.

عمر النصف: $t_{\frac{1}{2}}$ هو الزمن اللازم لتحلل نصف كتلة النظير اشعاعياً.

بعض فوائد عمر النصف:

١. يستخدم للإستدلال على نوع النظير.

٢. يستخدم كمقياس لحساب سرعة التحلل الاشعاعي لأي نواة وبالتالي معرفة درجة استقرارها

اشعاعياً . تتفاوت اعمار النصف للنظائر تفاوتاً كبيراً بين الطول والقصر وتتراوح بين أجزاء من

الثانية إلى آلاف الملايين من السنوات.

أمثلة:

١ / عمر النصف لليورانيوم ٢٣٨ الذي يتحول الى الثوريوم ٢٣٤ = $10 \times 4,5 = 45$ سنة

٢ / عمر النصف للثوريوم ٢٣٢ الذي يتحول الى راديوم ٢٢٨ = $10 \times 1,41 = 14,1$ سنة

٣ / عمر النصف للأستاتين ٢١٦ الذي يتحول إلى بزموت ٢١٢ = $10 \times 3 = 30$ ثانية

٤ / عمر النصف للثوريوم ٢٣٤ الذي يتحول إلى بروتاكتينيوم ٢٣٤ = $24,1$ يوماً

قوانين:

$$\text{عمر النصف} = \frac{\text{الزمن الكلي للتحلل}}{\text{عدد فترات عمر النصف (س)}} , \frac{\text{الزمن الكلي للتحلل}}{\text{عمر النصف}} = \text{عدد الفترات (س)}$$

$$\text{الكتلة المتبقية بعد فترة زمنية} = \frac{\text{الكتلة الحالية}}{2^{\frac{\text{الزمن}}{\text{عمر النصف}}}} , \text{الكتلة قبل فترة زمنية} = \text{الكتلة الحالية} \times 2^{\frac{\text{الزمن}}{\text{عمر النصف}}}$$

مثال (١): نظير مشع كتلته ١٢ جرام ، وبعد مرور ٥٠ يوماً وجد أن كتلته اصبحت ٠,٧٥ جرام كم

يبلغ عمر النصف لهذا النظير.

الحل

مثال (٢): ٢٤٠ جم من الثوريوم عمر النصف ٥ دقائق ، أحسب الكتلة المتبقية بعد مرور ١٥ دقيقة.

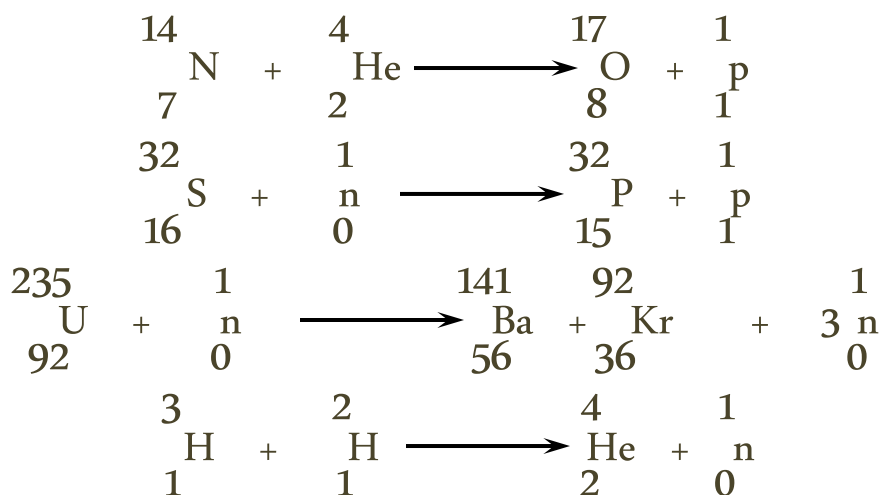
الحل

مثال (٣): عينة من الاكتينيوم وزن ٨٠ ملجم عمر النصف لها ٣٠ ثانية أحسب كتلتها قبل مرور دقيقتين.

الحل

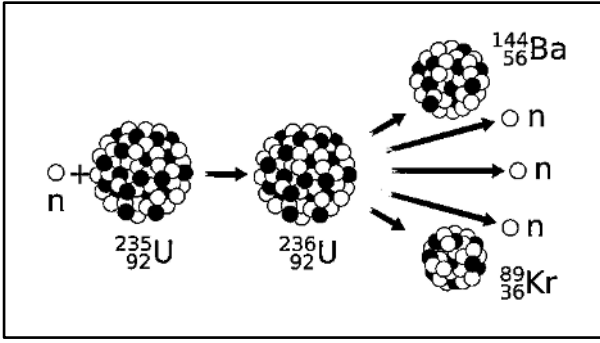
التحولات النووية الاصطناعية:

هي التحولات التي يمكن التحكم فيها صناعياً وذلك بتعريض النواة لأشعة الفا أو الاصطدام ببترون أو بأي قذيفة نووية أخرى. حيث يصحب هذه التحولات تولد طاقة حرارية هائلة تعرف بالطاقة النووية. أول تجربة اجريت في هذا المجال كانت للعالم رذرفورت ١٩١٩م حيث نجح في تحويل النتروجين إلى أوكسجين كما في المعادلة التالية.



أمثلة أخرى:

الانشطار النووي: يحدث عندما تمتص نواة نظير اليورانيوم ٢٣٥ نيوترونًا ثم تنشط إلى جزئين متساويين تقريباً وعدد من النيوترونات ويصاحب ذلك انبعاث طاقة تعرف بالطاقة النووية. يمكن الاستفادة القصوى من الطاقة المنبعثة في الاغراض السلمية مثل الحصول على الطاقة الكهربائية.



الانشطار النووي في تفاعل سلسلي: عند انشطار نواة نظير اليورانيوم ٢٣٥ لامتصاصها نيترون فإن عملية الانشطار نفسها تنتج نيترونات يمكن تمتصها نوي ذرات اخرى لليورانيوم فتتشطر بدورها وهكذا تتواصل عملية الانشطار في شكل تفاعل سلسلي.

الطاقة الناتجة من الانشطارات النووية المتتالية

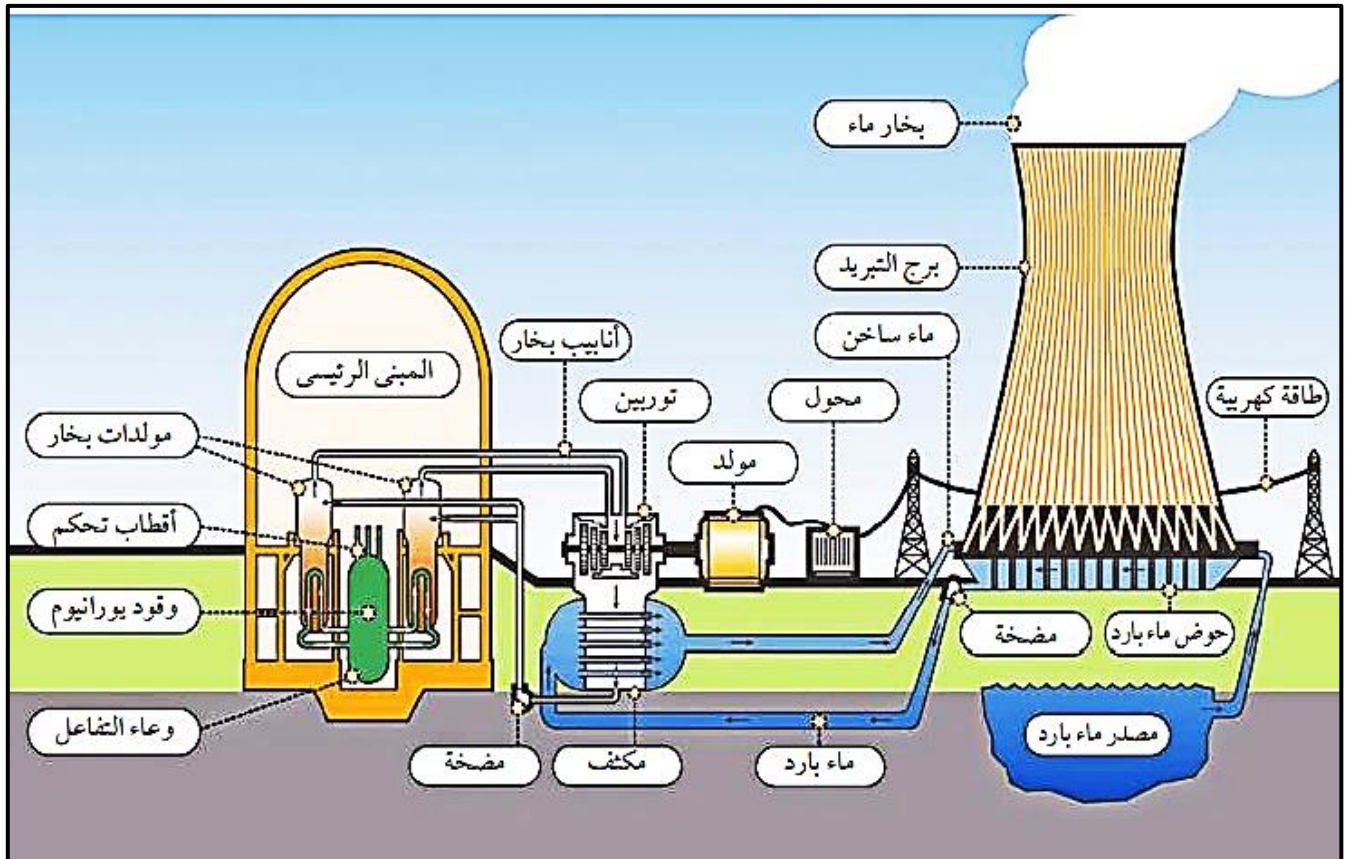
تحدث انفجارات هائلة مع ارتفاع هائل في درجات الحرارة يصل إلى ملايين الدرجات المئوية.

يؤدي انفجار ٥٠ كيلوجرام من اليورانيوم ٢٣٥ الى انفجار تقدر حرارته بالميقاطن.

الميقاطن: هو كمية الطاقة المنطلقة من انفجار مليون طن من مادة الـ T. N. T.

المفاعلات النووية:

المفاعل النووي: هو جهاز يتم فيه التحكم في الانشطار النووي للاستفادة من الطاقة المنطلقة ، بحيث يحدث التفاعل السلسلي دون أن يحدث انفجار وذلك باستخدام قضبان للتحكم. يولد الانشطار النووي طاقة هائلة يتحول بها الماء الى بخار تحت ضغط عالي يندفع بقوة من منطقة ساخنة الى منطقة باردة وذات ضغط منخفض بحيث يتحول بخار الماء الى سائل . وتستخدم قوة اندفاع البخار بين المنطقتين في دفع وتحريك مولدات التيار الكهربائي.



تطبيقات أخرى للنشاط الاشعاعي:

(١) تطبيق أعمار الصخور: هو تطبيق لمفهوم عمر النصف فمثلاً إذا وجد الرصاص ٢٠٦ من سلسلة اليورانيوم — راديوم في الصخرة بنسبة وزنية معينة من صخور المادة الخام ، وبمعرفة ان الرصاص هو التحلل النهائي لليورانيوم ٢٣٨ وبمعرفة عمر النصف لليورانيوم يمكن تقدير الزمن اللازم لظهور الرصاص الى جانباليورانيوم وبالتالي معرفة عمر الصخرة.

(٢) تعيين أعمار المواد العضوية.

يتم باستخدام نظير الكربون ١٤ حيث تساعد الاشعة الكونية على اعادة اظهره باستمرار نتيجة لاندماج نواة النتروجين مع نيترون ويعقبها فقد بروتون

المعادلة:

الهواء الجوي يحتوي بصورة دائمة على نسبة معينة من ثاني اوكسيد الكربون المحتوي على نظير الكربون ١٤ الذي تستخدمه النباتات في عملية البناء الضوئي. وعند موت النبات تتناقص كمية الكربون نتيجة لتحلله اشعاعياً ، يمكن بمعرفة عمر النصف لنظير الكربون ١٤ حساب الفترة الزمنية التي مرت على تكون خشب النبات.

(٣) استخدام الاشعة في الطب:

- تستخدم اشعة جاما في علاج السرطان.
- يستخدم نظير اليود ١٣١ في علاج سرطان الغدة الدرقية.
- يستخدم الكوبالت ٦٠ المشع في علاج سرطان الدم حيث تنبعث منه اشعة جاما.
- يستخدم نظير الفسفور ٣٢ في علاج سرطان الدم.

التشخيص:

- يستخدم نظير التكنيوم ٩٩ في معرفة مناطق الاورام الخبيثة في الجهاز الدوري.
- يستخدم نظير التاليوم ٢٠١ في معرفة مناطق المرض في القلب والأوعية الدموية.

(٤) الاستخدام في مجال البحث العلمي:

يطلق على النظائر المستخدمة في الدراسات اسم نظائر التتبع ومن امثلتها نظير الكربون ١٤ وتستخدم في تتبع مسارات التفاعلات لتحديد الميكانيكية التي تتم بها هذه التفاعلات.

تم بحمد الله وتوفيقه