جـــــامعة القادسيـــــــة
كليـــــــة التربيـــــــــة
قســـــــم الفيزيـــــــاء
المرحلـــــة الرابعـــــــة

النظـــائر

بحث قدم الى رئاسة قسم الفيزياء وهو أحد متطلبات نيل شهادة البكالوريوس من قبل الطالبان

الطالب
مرتضى محمد عبد العالي

الطالب
زيـــد كلـــف نفـــاع

الأستاذ المشرف
م.م أسامـــــة نوفـــل

٢٠١٦ - ٢٠١٧

ٱ ٻ ٻ ٻ

[□ □ □ □ □ □ □ □ □ ٻ ٻ ٻ ۉ ۉ ۋ ۋ ۅ ۅ ۆ ۆ ۈ ۈ ۇ ۇ ۆ ۆ ۅ ۅ ۉ ۉ]

سورة يونس اية (٥)

الأهـــــــداء

الى من أفنوا أجمل سنين العمر ليوفروا لي الرعاية والاهتمام.
(والدي ووالدتي)

الى من شاركني هموم الحياة (افراحها واحزانها)

الى الشموع التي تحترق لتنير لنا الدروب

اساتذتي الكرام واخص بالذكر استاذي (أسامة نوفل) الذي لم يتوانى في تقديم يد العون والمقترحات البناءة

الى الصرخة المدوية في سماء الصمت الذليل (شهداء العراق الابرار)

الى الذين لبوا نداء المرجعية وتركوا روعه الحياة وعطرو بدمائهم ارض الوطن

(حشد العراق المقدس)

((وصولي الى هذه المرتبة بفضلكم جميعا))

شكـــــــــرا لكـــــــــــــم.

المقدمة

تم اختياري لبحث النظائر لوجدها في الطبيعة واهميتها في البيئة واحتوائها على معلومات تشجع الباحث في الكتابة عنها وقد تناولت بحثي هذا في خمس فصول حيث تناولت في الفصل الأول النظائر وانواعها وتواجدها والعنصر احادي النظير، اما الفصل الثاني فقد تناولت فيه الاشعاع وانواعه وتحلل النظائر المشعة وعمر النصف وقياس عمس النصف اشعاعياً، وتناولت في الفصل الثالث انتاج النظائر و مراحل الإنتاج وفصل النظائر وجيو كيمائية النظائر اما الفصل الرابع فكان عن استخدامات النظائر (الاستخدامات الزراعية للنظائر ، الاستخدامات الصناعية للنظائر ، الاستخدامات الطبية للنظائر ، الاستخدامات العسكرية للنظائر)، اما الفصل الخامس فقد تناولت فيه جدول النظائر واستخدامات جدول النظائر والنشاط الاشعاعي لجدول النظائر وأنواع التحلل للجدول النظائر و الوفرة الطبيعية ومعدل الكتلة الذرية وستنددنا في هذا البحث الى مصادر علمية دقيقة ورصينة حيث احتوى على المعادلات والرسومات البيانية والامثلة التي تخص الموضوع.

والله ولي التوفيق

الباحث

الفصل لأول

النظائر

(1-1) النظائر

(2-1) أنواع النظائر وتواجدها

(3-1) تجزئة النظائر

(4-1) بعض العناصر ونظائرها

(5-1) عنصر أحادي النظير

(1-1) النظائر :

النظائر هي ذرات تحتوي أنويتها على نفس العدد من البروتونات ولكنها تختلف في عدد النيوترونات التي تحتويها . ويعني ذلك أن العدد الذري للعنصر الواحد لايتغير في حين يتغير عدده الكتلي . ويوصف العنصر في تلك الحالة بأن له عدة نظائر . وعموماً فإن لكل عنصر عدداً من النظائر قد يصل الى خمسين نظير بالنسبة للعناصر الثقيلة . والنظائر هي ترجمة لكلمة مشتقة من اللغة اليونانية (isotopes) أي نفس الموضع ، ويدل ذلك المعنى على أن النظائر تقع في نفس المكان من الجدول الدوري للعناصر .

ولنظائر العنصر نفس الخواص الكيميائية ، وعادة ما توجد العناصر الكيميائية في الطبيعة على هيئة مخاليط من نظائرها المتنوعة . وبعض النظائر لا توجد في الطبيعة بصفة عامة ولكنها تنتج صناعياً باستخدام المفاعلات والمعجلات النووية

يعرف النوع الثاني بالنظائر غير المستقرة أو النظائر المشعة .

ويبلغ عدد النظائر المستقرة حوالي ٣٠٠ في حين أنه قد تم الإنتاج الصناعي لما يزيد عن ١٥٠٠ نظير مشع حتى الآن ، وهناك ٢١ عنصراً متواجد طبيعياً في صورة نقيةأي بدون أية نظائر . وتنقسم النظائر المشعة الى نظائر طبيعية موجودة في الطبيعة منذ خلقها الله سبحانه وتعالى وأخرى صناعية تمكن الإنسان من إنتاجها ليستخدمها في الأغراض المختلفة الفرق في عدد النيوترونات بين النظائر المختلفة لعنصر يعني أن النظائر المختلفة لها اتهامات مماثلة ولكن الجماهير المختلفة. عدد مرتفع على يسار تسمية عنصر يشير إلى عدد البروتونات والنيوترونات في النظائر.[1]

سبيل المثال، بين نظائر الهيدروجين، الديوتيريوم (كما تدل D أو ٢ H) نيوترونا وبروتون واحد. هذا هو تقريبا ضعف كتلة البروتيوم (١ H) في حين التريتيوم (٣ H) واثنين من النيوترونات وما يقرب من ثلاثة أضعاف كتلة البروتيوم. جميع نظائر الأكسجين لها ٨ إلكترونات وبروتونات ٨. ومع ذلك، ذرة الأكسجين مع كتلة من ١٨ (تدل ١٨ O) لديها ٢ نيوترونات أكثر من الأكسجين ١٦ (١٦ O).تركيبة النظائر الأصلية من الأنظمة الكوكبية هي وظيفة من العمليات النووية في النجوم. مع مرور الوقت، تركيبة النظائر في البيئات الأرضية تتغير بفعل عمليات التحلل الإشعاعي، تفاعلات الأشعة الكونية، وهذه الأنشطة البشرية مثل معالجة الوقود النووي، حوادث المفاعلات، وتجارب الأسلحة النووية. المشعة (غير مستقرة) النظائر هي نوى أن تتفكك بصورة عفوية مع مرور الوقت لتشكيل النظائر الأخرى. خلال تفكك.[1]

(2-1) أنواع النظائر وتواجدها:

1- النظائر المشعه :

كل نظير مشع يتميز بنشاط إشعاعي وعمر النصف ، ونوع الأشعة التي يصدرها من خلال نشاطه الإشعاعي ، وطاقة كل إشعاع من تلك الأشعة.

تنتمي جميع النظائر ذات عدد ذري واحد (منها المشع ومنها غير المشع) إلى نفس العنصر الكيميائي ، وتسمى نظائر العنصر.

فمثلا : تكوّن الفسفور-٣١ P٣١ والفسفور-٣٢ (P٣٢) والفسفور-٣٣ (P٣٣) نظائر عنصر الفسفور ، تختلف كتلتها الذرية A ولكنها خصائصها الكيميائية متماثلة.[2]

النظائر المشعة الطبيعيه :

a- نظائر مشعة أساسية: primordial radionuclides مثل اليورانيوم-٢٣٣ واليورانيوم-٢٣٥ واليورانيوم-٢٣٨ وهي توجد في الطبيعة بنسب مختلفة. كذلك توجد نظائر الثوريوم طبيعيا ومنها الثوريوم-٢٣٢ والثوريوم-٢٣٤ وتأتي جزء منها من باطن النجوم ولان عمرها طويل فهي لا زالت موجودة.[1]

b- نظائر مشعة ثانوية: nuclidessecondary radio تنشق من النظائر المشعة الأساسية ويكون عمرها أقصر.[1]

c- نظائر مشعة كونية: cin radionuclide تنشأ بشكل متواصل في الجو المحيط بسبب الاشعة الكونية، مثال ذلك كربون-١٤. وكذلك تتولد النظائر الثقيلة في المستعرات العظمى وتنتشر في الفضاء.[1]

e- النظير المشع النادر هو نظير مشع يحدث طبيعيا. وينتج هذا التكون الطبيعي من اضمحلال النويات الثقيلة مثل اليورانيوم-٢٣٥ إلى السيزيوم-١٣٥. كما أن التواجد الطبيعي للنظائر المشعة يمكن أن يحدث من الأشعة الكونية.

النظائر التي لها عمر نصف أكثر من ٨٠ مليون سنة أيضا توجد بنسب ضئيلة. ويندرج تحت هذه المجموعة البوتاسيوم-٤٠، والفانديوم-٥٠.تجزئة بدون الاعتماد على الكتلة[2]

النظائر المشعه المصنعه:

النظير المشع المصطنع عبارة عن نظير مشع لا وجود له في الطبيعة، بحيث أنه لا توجد أي عملية أو آلية طبيعية تمكّن من إنتاجه، أو أنه غير ثابت بحيث أنه يتحلل انشطارياً في وقت قصير جداً. كمثال عليها التكنيشيوم-٩٥ و البروميثيوم-١٤٦. إن العديد من هذه النظائر المشعة الاصطناعية تقضي دورة حياتها داخل الوقود النووي بحيث انها تنتج وتوجد وتفتى داخله[3]

2- النظائر المستقرة :

النظائر المستقرة هي النواة التي لا تظهر للتسوس إلى نظائر أخرى على الجداول الزمنية الجيولوجية، ولكن يمكن أن تنتج أنفسهم عن طريق اضمحلال النظائر المشعة. على سبيل المثال، ١٤ ويتم إنتاج C، وهو النظير المشع للكربون في الغلاف الجوي عن طريق تفاعل النيوترونات الأشعة الكونية مع مستقر ١٤ N. مع نصف عمر حوالي ٥٧٣٠ سنة، ١٤ C يضمحل إلى ١٤ N من انبعاث بيتا الجسيمات. مستقرة ١٤ N التي تنتجها التحلل الإشعاعي يسمى "الإشعاعية" النيتروجين .[3]

(3-1) تجزئةالنظائر :

التجزئة النظيرية هي وصف للعمليات التي تؤثر على الوفرة الطبيعية من حيث نسبة توزع النظائر، والتي تستخدم عادة في جيوكيمياء النظائر. عادة ما تتم هذه الطريقة على النظائر

المستقرة للعنصر نفسه. يمكن أن تتم معرفة المدى الذي تصل إليه التجزئة النظيرية في البيئة الطبيعية من خلال قياس تحليل النظائر باستخدام جهاز مطيافية كتلة نسبة النظائر، والذي يفصل النظائر المختلفة للعنصر بناء على نسبة الكتلة-إلى-الشحنة.[4]

الشكل (1-1) جهاز مطياف الكتلة

مثال

تحدث عملية التجزئة النظيرية عند حدوث تحول طوري، يحدث اختلاف في نسبة النظائر الخفيفة إلى الثقيلة في الجزيئات الداخلة في العملية. عندما يتكثف بخار الماء تحدث عملية توازن بين الأطوار، وخلال هذه العملية تنتقل جزيئات الماء الحاوية على النظائر الأثقل (الأكسجين-١٨ O١٨ والدوتيريوم H٢) إلى الطور السائل، في حين أن جزيئات الماء الحاوية على النظائر الأخف (الأكسجين-١٦ O١٦ والهيدروجين-١ H١) إلى الطور الغازي.

يعرف عامل التجزئة النظيرية α كالتالي:

$$\propto = \frac{Rz}{Ry} = \frac{\left(\frac{180}{160}\right) water}{\left(\frac{180}{160}\right) water\ vapour}$$

غالباً ما تك قيم α قريبة من الواحد.

التطبيقات:

بستخدم أسلوب معرفة التجزئة النظيرية في فهم الظواهر البيئية، فعلى سبيل المثال، تحدث تجزئة نظيرية للأكسجين نتيجة حدوث عمليات كيميائية ضوئية في طبقات الغلاف الجوي العليا، بحيث أنها تسهم في تشكل الأوزون.كما يمكن معرفة أسباب ونواتج تلوث المياه الجوفية.من الأمور التقنية التي تلعب فيها التجزئة النظيرية دوراً هي تخصيب اليورانيوم، كما تستخدم بشكل واسع في علم الأدلة الجنائية من أجل

معرفة أصل ونقاوة المواد الغذائية على سبيل المثال، كما تستخدم في الرقابة على المنشطات الرياضية[1]

(4-1) بعض العناصر ونظائرها:

الكربون

للكربون نظيرين مستقرين هما C١٢ و C١٣ بالإضافة إلى نظير مشع وهو كربون-١٤ C١٤ تقاس نظائر الكربون بالنسبة لتوزع النسب في عينة من السهميات عثر عليها في بي دي Pee Dee جنوب كالفورنيا وموجوة في فيينا، يرمز لها VPDB اختصاراً لـ [Vienna Pee Dee Belemnite.٢].

خلال عملية التركيب الضوئي فإن المتعضيات التي تستعمل تمثيل ضوئي ثلاثي الكربون تظهر تخصيباً مختلفاً عن التي تستخدم تمثيل ضوئي رباعي الكربون، مما يمنح بالإضافة إلى إمكانية التمييز بين المادة العضوية من كربون المكونات اللاأحيائية إمكانية معرفة نوع طريق التمثيل الضوئي الذي تستخدمه المادة العضوية.[5]

النيتروجين

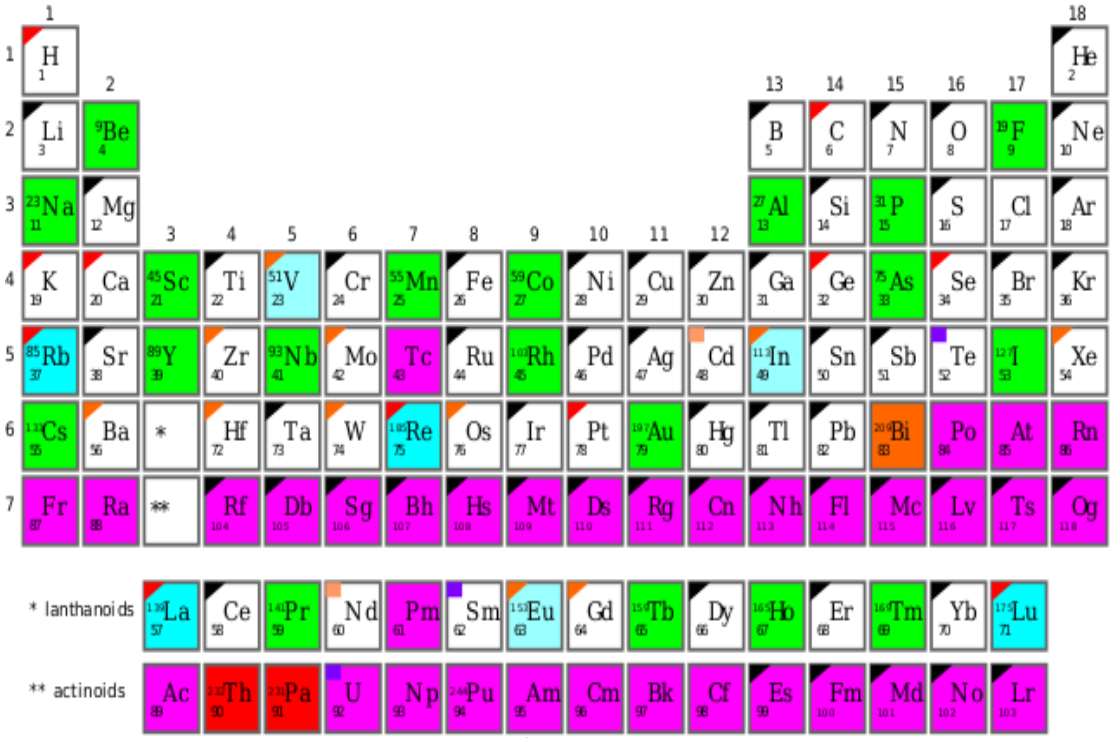
للنيتروجين نظيرين مستقرين وهما N١٤ و N١٥. تقاس النسبة بينهما بالنسبة إلى النيتروجين في غلاف الأرض الجوي. تستخدم نظائر النيتروجين لقياس كمية التبادل بين الستراتوسفير والتروبوسفير باستعمال البيانات من غاز الدفيئة أكسيد النيتروس.[2]

الأكسجين

للأكسجين ثلاثة نظائر مستقرة وهي O١٦ و O١٧ و O١٨. تقاس نسبة الأكسجين بالنسبة إلى (VSMOW) معيار فيينا لمياه المحيط Vienna Standard Mean Ocean Water أو عينة بي دي في فيينا.يستخدم التفاوت في نسبة نظائر الأكسجين لتتبع حركة المياه وفي علم المناخ القديم ولتتبع غازات الغلاف الجوي مثل الأوزون وثنائي أكسيد الكربون.[6]

الكبريت

للكبريت أربعة نظائر مستقرة وهي S٣٢ و S٣٣ و S٣٤ و S٣٦. تقاس نظائر الكبريت بالنسبة إلى الموجودة في الحجر النيزكي nyon DiabloCa كانيون



ديابلو. تستخدم نظائر الكبريت لمعرفة أصل الكبريت في خاماته ولمعرفة حرارةالتشكل للمعادن الحاوية على الكبريت.[2]

(5-1) عنصر أحادي النظير:

عنصر أحادي النظير هو واحد من ٢٦ عنصر كيميائي لديها نظير مستقر واحد. يختلف العنصر أحادي النظير عن عنصر أحادي النويدة، والتي توجد في الطبيعة على شكل نويدة واحدة،[١] أن العنصر أحادي النظير تعريف أشمل بحيث يتضمن العناصر التي لها نظير مستقر واحد بالإضافة إلى وجود نظائر مشعة أخرى في الطبيعة.[3]

الشكل (1-2) يبين العناصر أحادية النظير

عناصر أحادية النظير وأحادية النويدة في نفس الوقت.

عناصر أحادية النظير ذات نويدات مشعة.

تتميز العناصر أحادية النظير أنها باستثناء حالة واحدة لها عدد فردي من البروتونات (Z) وعدد زوجي من النيوترونات. بسبب الطاقة المكتسبة من أثر التزاوج النووي فإن العدد الفردي من البروتونات يؤدي إلى وجود حالة من عدم الاستقرار لوجود عدد كبير من النظائر، حيث يتطلب وجود عدد من النيوترونات لتعديل هذه الأمر. الاستثناء الوحيد هو عنصر البيريليوم الذي لديه أربعة بروتونات وخمسة نيوترونات. التفسير المقترح لعدم وجود نظير بيريليوم بأربعة بروتونات وأربعة نيوترونات يعود إلى عدم استقرارية النواة في هذه الحالة تجاه اضمحلال ألفا مضاعف، والذي يكون مفضلاً في هذه الحالة بسبب الارتباط الوثيق لنواة هيليوم-٤.[7]

قائمة بالعناصر أحادية النظير:

هناك ٢٦ عنصر أحادي النظير، جميعها أحاديو النويدة ما عدا الفاناديوم والروبيديوم والإنديوم واللانثانوم واليوروبيوم والرينيوم واللوتيشيوم.[7]

القائمة مرتبة حسب العدد الذري:

1-بيريليوم-٩

2-فلور-١٩

3-صوديوم-٢٣

4-ألومنيوم-٢٧

5-فسفور-٣١

6-سكانديوم-٤٥

7-فاناديوم-٥١* يتوافر معه في الطبيعة بنسبة ٠,٢٥% النظير المشع فاناديوم-٥٠

8-منغنيز-٥٥

9-كوبالت-٥٩

10-زرنيخ-٧٥

11-روبيديوم-٨٥* يتوافر معه في الطبيعة بنسبة ٢٧,٨٣٥% النظير المشع روبيديوم-٨٧

12-إتريوم-٨٩

13-نيوبيوم-٩٣

14-روديوم-١٠٣

15-إنديوم-١١٣* يتوافر معه في الطبيعة بنسبة (٩٥,٧%) النظير المشع إنديوم-١١٥

16-يود-١٢٧

17-سيزيوم-١٣٣

18-لانثانوم-١٣٩* يتوافر معه في الطبيعة بنسبة ٠,٠٩% النظير المشع لانثانوم-١٣٨ .[1]

19-براسوديميوم-١٤١

20- يوروبيوم-١٥٣* يتوافر معه في الطبيعة بنسبة ٤٧,٨% النظير المشعان

21-يوروبيوم-١٥١

22- تربيوم-١٥٩

23- هولميوم-١٦٥

24- ثوليوم-١٦٩

25- لوتيشيوم-١٧٥* يتوافر معه في الطبيعة بنسبة ٢,٥٩% النظير المشع لوتيشيوم-١٧٦

26-رينيوم-١٨٥* يتوافر معه في الطبيعة بنسبة (٦٢,٦%) النظير المشع رينيوم-١٨٧

الفصل الثاني

الإشعاع

(1-2)الإشعاع

(2-2) أنواع الإشعاع

(3-2) تحلل النظائر المشعة

(4-2) عمر النصف

(a 4-2) معادلة عمر النصف

(b 4-2) قياس عمر النصف اشعاعيا

(2-1)الاشعاع :

فيه عام 1896م اكتشف بكريل ان أحد أملاح اليورانيوم يصدر إشعاع - لم تكن طبيعيه

واضحه في ذلك الوقت وأثبت بكريل ان الإشعاع الذي اكتشفه يصدر عن جميع مركبات

اليورانيوم بما يعني أن مصدر الإشعاع هو ذرة اليورانيوم واتضح له أن هذا الإشعاع يحدث بصورة تلقائية مستمرة لاتؤثر عليه المؤثرات الخارجية من ضغط ودرجة حراره ولهذا سمى إشعاع اليورانيوم إشعاع نشط .وفي عام 1898م قام بييركوري وزوجتة مدام كوري باكتشاف النشاط الإشعاعي للثوريوم وايضا اكتشاف في نفس السنه عنصرين جديدين يوجدان في خامات اليورانيوم العنصر الأول أطلق عليه الراديوم وهو عنصر اقوي في نشاطه الإشعاعي من اليورانيوم بمليون مرة بينما العنصر الثاني أطلق عليه اسم بولونيوم وبعد 10سنوات اكتشف رذرفورد في عام 1908م الغاز النشط شعاعيآ -الرادون. [8]

(2-2) أنواع الإشعاع

1-الاشعاع الطبيعي :

الإشعاع الطبيعي أو الخلفية الإشعاعية يوجد الإشعاع الطبيعي في كل مكان حولنا ، ومصدره الصخور والتربة الأرضية كما يأتي إلينا جزء منها من الشمس و النجوم وهذه تسمى أشعة كونية . يتعرض للأشعة الكونية بصفة خاصة الطيارون و المضيفات في الطائرات وكذلك من يستخدم الطيران في سفره حيث يزداد معدلها بالارتفاع عن سطح الأرض . في النصف الثاني من القرن العشرين بدأ استخدام المفاعلات النووية وتقنية الإشعاع مما زاد من مصادر الإشعاع حولنا.[9]

يقسم الاشعاع الطبيعي إلى عدة أقسام :

a-الأشعة الكونية (بالإنجليزية: Cosmic ray) المصدر الرئيسي لهذه الأشعة ناتج عن الحوادث النجمية في الفضاء الكوني البعيد ومنها ما يصدر عن الشمس خاصة خلال التوهجات الشمسية التي تحدث مرة أو مرتين كل ١١ سنة ، مولدة جرعة إشعاعية كبيرة إلى الغلاف الغازي للأرض . وتتكون هذه الأشعة الكونية من ٨٧% من البروتونات و ١١% من جسيمات ألفا ، وحوالي ١% من النوى ذات العدد الذري ما بين ٤ و ٢٦ وحوالي ١% من الإلكترونات ذات طاقة عالية جداً وهذا ما تمتاز به الأشعة الكونية ، لذلك فإن لها قدرة كبيرة على الاختراق . كما أنها تتفاعل مع نوى ذرات الغلاف الجوي مولدة بذلك إلكترونات سريعة وأشعة غاما ونيوترونات وميزونات .ولا يستطيع أحد تجنب الأشعة الكونية ولكن شدتها على سطح الأرض تتباين من مكان لأخر .

b-الاشعة الارضية: (بالإنجليزية: Natura radioactivity in The earth Sheff) إن من أهم العناصر المشعة في صخور القشرة الأرضية هي البوتاسيوم ٤٠ و الروبيدوم ٨٧ وسلسلتا العناصر المشعة المتولدة من تحلل اليورانيوم ٢٣٨ والثوريوم ٢٣٢ . وهناك ما يقارب الأربعين من النظائر المشعة .

وأعمار النصف للعناصر المشعة الأساسية في صخور القشرة الأرضية طويلة جداً ، لهذا بقيت في الأرض إلى الآن منذ خلقها ، فعمر النصف للبوتاسيوم -٤٠ يزيد على ألف مليون سنة وعمر النصف الروبيدوم ٨٧ يزيد على أربعين ألف مليون سنة وهذه النظائر المشعة تبعث أنواعاً مختلفة من الإشعاع الذري كجسيمات بيتا وألفا وأشعة غاما .

ومستوى النشاط الإشعاعي الطبيعي في القشرة الأرضية متقارب جداً في معظم الأماكن ، حيث لا يوجد اختلاف يذكر عن مكان وآخر بصفة عامة . إلا أن هناك أماكن على الأرض يزداد فيها الإشعاع الطبيعي بشكل كبير نتيجة وجود تركيزات عالية من العناصر المشعة طبيعياً في صخور القشرة الأرضية .

c-النشاط الطبيعي داخل جسم الإنسان ، يشع جسم الإنسان من الداخل عن طريق كل من الهواء الذي يتنفسه والغذاء والماء الذي يصل إلى جوفه ، فالهواء هو المصدر الرئيسي للجرعة الإشعاعية الطبيعية التي تصل إلى داخل جسم الإنسان ومصدرها الأساسي غاز الرادون الموجود في جو الأرض والمتولد عن التحلل التلقائي لنظير اليورانيوم -٢٣٨ الموجود طبيعياً في صخور قشرة الأرض. وكذلك فإن كلا من الغذاء الذي يتناوله الإنسان والماء الرئيسي لتلك المواد المشعة في النبات هو التربة التي تمتص منها النباتات تلك المواد مع غيرها من المواد الطبيعية فتدخل في بنائها . كما أن بعض الغبار الذي يتساقط على النبات يحوي آثاراً من تلك المواد المشعة ، وتصل المواد المشعة إلى داخل جسم الإنسان عن طريق تناوله النباتات أو لحوم الحيوانات التي تتغذي على النباتات وتدخل المواد المشعة أيضاً مع الماء الذي نشربه حيث تحتوى المياه على آثار قليلة جداً منها . اضافة إلى ذلك فأن جميع اجسام الكائنات الحية وكذلك جسم الإنسان يحتوي على نظير الكاربون المشع c-١٤لذلك تكون أجسامنا مشعة قليلاً من الداخل نظراً لوجود بعض العناصر المشعة فيها .[10]

2-الاشعاع الصناعي:

الإشعاع المصنع : نتجت بعد اكتشاف الإشعاع الذري والنشاط الإشعاعي الطبيعي ، وقد أستطاع العلماء إنتاج حوالي ١٣٠٠ نظير مشع .

أهم المصادر المشعة المصنعة هي المفاعلات النووية و مصادر النيوترونات و مصادر أشعة غاما و مسرعات الإلكترونيات

(3-2) تحلل النظائر المشعة :

(3)تتحلل أنوية النظائر المشعة بإشعاع جسيمات أو إشعاع كهرومغناطيسي. الجسيمات قد تكون جسيم ألفا أو جسيم بيتا (إلكترون) عن طريق تحلل ألفا وتحلل بيتا. والتحلل بإصدار أشعة كهرومغناطيسية يكون إما بإشعاع أشعة سينية أو أشعة أشد منها وهي أشعة غاما. التحلل بواسطة تحلل بيتا يكون مصاحبا في العادة لأشعة غاما.

عملية التحلل الإشعاعي تتم بسرعة معينة تخص كل نظير ، وتسمى عمر النصف (: (T½يبقى نصف عدد الذرات التي لم تتحلل بعد عمر النصف . وبعد عمري نصف يتبقى (١/٤) عدد الذرات التي لم تتحلل ، وبعد مرور ثلاثة نصف عمر يتبقى ١/٨ من عدد الذرات الأصلية لم تتحلل ، وهكذا.

عمر النصف لبعض النظائر المشعة المستخدمة في الطب

النظير	عمر النصف
اوكسجين-15	2min
كاربون-	20min

11	
فلور-18	110min
تكنسيوم-99m	6h
يود-123	13h
يود-124	4d
يود-131	8d
انديوم-111	2,80d
انديوم-113m	99,49min
فوسفور-32	14,26d
كوبلت-60	5,27a
كروم-51	28d
نحاس-64	12h
زئبق-197	2,7d
زيلين-75	127d

لا تختلف النظائر المشعة سواء كانت طبيعية أم أصطناعية. ومن الوجهة العامة فيمكن تخليق جميع أنواع النظائر بالطرق الصناعية النووية. ومنذ بداية عصر استخدامات الطاقة النووية زادت أعداد النظائر المشعة. فزادت مثلا كميات كربون-١٤ (C١٤) و نظير الهيدروجين الثقيل (H٣) ويسمى تريتيوم ، كما نشأت نظائر البلوتونيوم وهو لا يوجد في الطبيعة طبيعيا وإنما يصنع في المفلاعلات النووية.[11]

(4-2)عمر النصف :

عمر النصف هو الوقت اللازم لكي يتحلل نصف المادة اشعاعيا. وكل نظير من نظائر العناصر المختلفة له نصف العمر ثابت طبيعي معروف. معظم النظائر المشعة يتحلل في عدة خطوات (سلسلة متتابعة من التحلل) إلى عناصر مستقرة تسمى بعنصر البنت بينما النظائر الأصلية قبل التحلل تسمى بعناصر الأم. أي نظير يُستخدم في تحديد العمر الاشعاعي يجب أن يتراوح نصف العمر له من بضعة آلاف سنة إلى بضعة مليارات من السنين.[10]

(4-2 a)معادلة حساب العمر:

عندما تتحلل عناصر الأم غير المستقرة إلى عناصر البنت المستقرة فأن معادلة حساب العمر يربط التحلل الاشعاعي بالزمن الجيولوجي:

وفيها

$$T = 1/\lambda \times Ln(1 + \frac{D}{p})$$

t= عمر المادة

D= تركيز نظائر البنت

P= تركيز نظائر الام

λ = ثابت التحلل لنظير الأم

ln= اللوغاريثم الطبيعي

ثابت التحلل λ هو ذلك الجزء من ذرات عنصر الأم التي تتحلل في وحدة الزمن ويتناسب عكسيا مع عمر النصف

$$\lambda = \frac{Ln(2)}{t1/2}$$

(b 4-2)قياس عمر النصف اشعاعيا :

هو طريقة لتقدير عمر المواد و(منها المستحاثات أيضا) وتسمى بالإنكليزية ب Radiometric dating وتعني تحديد العمر بالطريقة الراديومترية (الاشعاعية)، هذه الطريقة تعتمد على النشاط الاشعاعي للنظائر الطبيعية. هنالك طرق عديدة مختلفة للقيام بذلك وكل طريقة تستعمل نظام نظائري مختلف عن الأخرى وكل طريقة تختلف عن الأخرى في مستوى الدقة واتكاليف والمدة الزمنية التي يجب أن نرجع إلى الوراء لمعرفة عمر المادة.

¤النظرية التي تستند عليها:

النظائر ذرات العنصر الكيمياوي يحتوي في نواتها على بروتونات، عدد هذه البروتونات يسمى بالعدد الذري، وتحتوي نواة الذرة أيضا على النيوترونات التي تحدد الكتلة الذرية للعنصر وأعدادها تختلف من ذرة لأخرى لنفس العنصر الكيمياوي وتسمى هذه الذرات بالنظائر الكيمياوية لنفس العنصر وأصل كلمة

نظير يعني نفس المكان كناية إلى أن النظائر المختلفة لعنصر معين تشغل نفس المكان في الجدول الدوري.أي أن عدد البروتونات متساوية للنظائر المختلفة لعنصر معين وتختلف العناصر فقط في عدد النيوترونات.[12]

شروط ينبغي توفرها للحصول على تحديد عمر جيد:

ليس في كل الحالات تستطيع المادة عند تكوينها أن تأخذ عناصر الأم لوحدها فعادة تأخذ أيضا بعض عناصر البنت وفي هذه الحالة يجب علينا أن نفرض مسبقا قيمة نسبة تركيز عناصر البنت إلى تركيز عناصر الأم عندما تكوّنت المادة. يجب أن تكون عناصر البنت غير غازية لأنها تتسرب من المادة بسهولة، وعناصر البنت يجب أن تكون مستقرة بشكل يكفي لنا أن نقيس تراكيز عالية منها في المادة. بالإضافة إلى ذلك يجب على عناصر البنت والأم أن لا تكوّنا مواد فعّآلة كيماوية والتي تتفاعل بشكل نشط جدا داخل المادة. وكذلك يجب أن لا تحتوي المادة على كمية كبيرة من عناصر بنت أخرى نشأت من التحلل الاشعاعي لعناصر أم أخرى. وأخيرا يجب أن تكون طريقة عزل وفحص وتحليل التراكيز واضحة وموثوقة بها. عند استعمال طريقة التماثل الزمني Isochron (وهي من أبسط الطرق لتحديد العمر اشعاعيا) فاننا لسنا بحاجة

إلى معرفة نسبة تركيز عناصر البنت إلى تركيز عناصر الأم عنما تكوّنت المادة المراد قياس عمرها الآن.[11]

نسبة الخطأ أو الدقة في تحديد العمر اشعاعيا:

على الرغم من أن طريقة تحديد العمر اشعاعيا هي طريقة دقيقة إلا أن هذه الدقة تعتمد أساساً على التكنولوجيا والطريقة المستعملة في القياس.

من الممكن ان تؤثر النقاط أدناه على دقة النتائج المحصلة:[1]

1-تراكيز عناصر الأم والبنت عندما كانت المادة في مرحلة التكوّن؛

كمية عناصر الأم أو البنت التي تسربت من المادة، أو حتى التي أضيفت إلى المادة خلال عمرها.

2-وجود نظائر معينة في النموذج والتي لها عدد الكتلي مساوي للعدد الكتلي لنظائر الأم والبنت يؤثر على دقة القياسات في جهاز قياس الطيف الكتلوي الآنف الذكر. في هذه الحالة يجب أن تُصحَح القياسات المأخوذة لتقليل تأثير العناصر الأخرى التي لها نفس الوزن (عدد الكتلة).

3-كذلك يمكن أن يتعرض جهاز قياس الطيف الكتلي للكثير من التأثيرات العرضية. هذا الجهاز يجب أن يكون مفرغا من الهواء vacuum أن جودة ونوعية التفريغ من أهم العوامل التي تؤثر على القياسات. إذا كان الفراغ vacuum في الجهاز غير كامل (وجود غازات) فأن الذرات المتأينة تُستقبل من قبل جزيئات هذه الغازات بدلا من أن تستقبل في كؤوس فاراداي لقياسها.كذلك جودة نوعية المستقبلات ذات تأثير كبير على دقة القياسات لكن الأجهزة الحالية الفائقة التقنية لها مستقبلات ذات نوعية ممتازة يمكن أن نرفع دقة قياس العمر بالاشعاع عن طريق أخذ عينات من أماكن مختلفة من النموذج

المراد تقدير قِدَمه (عُمْره) لأنه إذا فرضنا أن جميع أجزاء العينة له نفس العمر فيجب منطقيا تعطي كافة القياسات نفس الزمن (العمر) isochron. يمكن مقارنة نتائج فحص نظامين نظائريين مع بعضهما في حالة تواجدهما معا في نفس العينة وذلك للتأكد من دقة القياسات.دقة القياسات تعتمد أيضا على عمر النصف لعنصر الأم. فمثلا نظير كاربون المشع C١٤ لها عمر نصف أقل من ٦٠٠٠ سنة فليس من المعقول أن نستعمل C١٤ في تحديد عمر شيء يرجع قِدمه إلى ٦٠٠ ألف سنة مثلا. لذلك في هذه الحالة يجب استمال أنظمة نظائرية أخرى. أن استعمال نظائر الكربون لتحديد أعمار أشياء ترجع إلى فترة من ١٠٠٠ سنة إلى ٥٠ ألف سنة قبل الآن يمكن أن يعطي نتائج دقيقة نسبيا. [13]

الطرق المستعملة في تحديد العمر إشعاعياً:

من أقدم الطرق المستعملة هي طريقة يورانيوم - رصاص لتحديد العمر، يُستعمل هذه الطريقة لتحديد عمر معدن الزركون (سليكات الزركونيوم) الذي عند تكوّنه يستبعد أخذ الرصاص بينما يأخذ تراكيز كبيرة من اليورانيوم. استعمال هذه الطريقة الآن يعطي نتائج فيها عدم دقة تصل إلى زائد ناقص ٢ مليون سنة لشيء عمره ٣ مليارات من السنين، هذه الطريقة تستعمل بكثرة في الداسات والفحوصات الجيولوجية. بما أن U٢٣٥ تتحللا إشعاعيا إلى Pb٢٠٧ وفي نفس الوقت U٢٣٨ تتحلل إلى Pb٢٠٦ فأن هذه الطريقة لها ميزة جيدة جدا باننا نحصل على نتيجتين يمكننا مقارنتهما مع بعض لمعرفة مدى دقة القياسات المأخوذة.طريقة بوتاسيم - أرغون لتحديد العمر تستعمل طريقة تحلّل K٤٠ إلى Ar٤٠. فنظير بوتاسيم المشع أربعين K٤٠ له عمر نصف كبير جدا وتتواجد بكثرة في المايكات وفيلدسبارات وفي هورنبليندات لكن من أهم

مساويء هذه الطريقة هي أن ل K^{40} درجة حرارة كابحة منخفضة جداً.طريقة روبيديوم - سترونتيوم لتحديد العمر اشعاعيا تستعمل تحلّل Rb^{87} إلى Sr^{87} الذي له عمر نصف كبير جدا ودرجة حرارة الكابحة لهذه الطريقة هي كبيرة نسبياً، لكن لأنّ عمر النصف له كبير جدا فأن القياسات تكون غير دقيقة.طريقة تحديد العمر بواسطة الكربون اشعاعيا تستعمل تحلل C^{14} اشعاعيا الذي له نصف عمر قليل نسبيا لذلك نرى بأن هذه الطريقة من أشهر الطرق في تحديد عمر المواد في علم الآثار Archaeology.طريقة أخرى لها أيضا عمر نصف قليل نسبيا هي طريقة يورانيوم - ثوريوم لتحديد العمر اشعاعيا وفيها تستعمل تحلّل U^{238} إلى Th^{230} وكذلك U^{235} إلى Pa^{231} (Protactinium).[14]

طرق أخرى لتحديد عمر (قِدَم) المواد اشعاعياً:

¤ ساماريوم - نيوديميوم؛

¤ لوتيتيوم - هافنيوم؛

¤ أرغون - أرغون؛

¤ هيليوم؛

¤ يورانيوم - يورانيوم؛

¤ رصاص - رصاص؛

¤ رينيوم - أوسميوم؛

¤ لانثانوم - باريوم.

استخدام أي نظام من أنظمة النظائر أعلاه لتحديد عمر (قِدَم) المواد تتوقف على العمر المتوقع للشيء المراد فحصه أو بالأحرى تحديد عمره. طريقة الكاربون المشع تستعمل لتحديد عمر أشياء تقدر عمرها بما لا يزيد عن بضع سنوات. أما للمواد التي تقدر عمرها بنحو بضع مليارات سنة (مثلا ٣ إلى ٤ مليارات سنة) فنستعمل غالبا طريقة يورانيوم - رصاص التي تطبق على معدن الزركون.

تسربت الكثير من Cl٣٦ في طبقة الأتموسفير للكرة الأرضية نتيجة التجارب الأسلحة النووية في خمسينيات القرن المنصرم ولأن Cl٣٦ له عمر نصف قصير جداً فأنها تستعمل لمعرفة المسافات التي تقطعها تكتلات المياه الجوفية لكن هذه الطريقة لا تدخل ضمن مفهوم تحديد العمر اشعاعيا. [1]

تحديد الأعمار في التطبيقات الفلكية بواسطة النظائر المفقودة (المتحلّلة):

عندما كان كوننا يافعا كان مليئا بنظائر مشعة ذات عمر قصير جدا مثل النظائر Al٢٦ و Fe٦٠ و Mn٥٣ و I١٢٩، هذه النظائر المنقرضة ربما تم إنتاجها خلال عملية الأنفجار العظيم، هذه النظائر المتحللة يمكن لحد الآن قياسها من خلال النيازك التي تسقط على الأرض ومن خلال هذه القياسات يتم معرفة تسلسل الأحداث خلال عملية تكوين المجرات. [5]

الفصل الثالث

الإنتاج

(3-1)انتاج النظائر

(3-2)مراحل الإنتاج

(3-3) فصل النظائر

(3-4) جيوكيمياء النظائر

(3-1)إنتاج النظائر :

يتم إنتاج الظائر المشعة المختلفة عن طريق تعريض (أي تشعيع) النظائر المستقرة

أو الديوترونات (الديوترون عبارة عن نواة تتكون من بروتون ونيوترون) أو جسيمات ألفا أو غيرها . وتستخدم لهذا الغرض المفاعلات النووية أو مولدات النيوترونات كمصدر للنيوترونات في حين تستخدم المعجلات النووية كمصدر للجسيمات المشحونة كالبروتونات والديوترونات وجسيمات ألفا [15]

يتم إنتاج النظائر المشعة بواسطة مايلي :

1- المفاعلات ومولدات النيوترونات

تتكون النظائر المشعة عند التشعيع بالنيوترونات من خلال التفاعل المعروف باسم تفاعل الأسر النيوتروني حيث تأسر النواة المستقرة (النواة الهدف) أحد النيوترونات الساقطة عليها فتتكون نواة النظير الجديد .ومن امثلة هذا التفاعل أسر نواة الصوديوم ٢٣ المستقر للنيوترون وتكون الصوديوم ٢٤ المشع ، وأسر نواة الفسفور ٣١ المستقر للنيوترون مكونة نواة الفسفور ٣٢ المشع ، وكذلك أسر نواة الكوبلت ٥٩ المستقرة للنيوترون وتكون الكوبلت ٦٠ المشع .ويتم إنتاج عدة مئات من النظائر المشعة المختلفة بالتشعيع النيوتروني لنظائر مستقرة . ومن أمثلة النظائر المنتجة بهذا الأسلوب (الصوديوم ٢٤ ، الفسفور ٣٢ ، الكروم ٥١ ، الكوبلت ٦٠ ، البروم ٨٢ ، الفضة ١١١ ، اليود ١٢٥ ، اليود ١٣١ ، الزئبق ١٩٧ الذهب ١٩٨)

وغيرها [12]

كذلك تستخدم التفاعلات النووية المستحثة بالنيوترونات والتي تنطلق عنها جسيمات مشحونة مثل البروتونات أو جسيمات ألفا أو غيرها في الحصول على العديد من النظائر المشعة . ومن الأمثلة على ذلك تجهيز نظير الصوديوم ٢٤ المشع نتيجة قصف المغنيسيوم ٢٤ بالنيوترونات وأسرها وانطلاق البروتون طبقاً للتفاعل الآتي :

مغنيسيوم ٢٤ + نيوترون ----------> صوديوم ٢٤ + بروتون

وتنتج عشرات النظائر المشعة باستخدام التفاعلات النووية المستحثة بالنيوترونات والتي تنتج عنها انطلاق جسيمات مشحونة .وفضلا عن ذلك يستخدم التفاعل الإنشطاري للحصول على عدد من النظائر المشعة . فعند تعرض المواد الإنشطارية أو القابلة للإنشطار للنيوترونات تنشطر المادة الإنشطارية أو القابلة للإنشطار تحت ظروف معينة الى نواتين جديدتين متوسطتي الكتلة . ويتم إنتاج عدد

من النظائر المشعة نتيجة لانشطار نوى اليورانيوم والثوريوم بالنيوترونات . ومن أمثلة النظائر المنتجة بهذا الأسلوب (المولبيبدينيوم ٩٩ ، الفضة ١١١) وغيرها .[16]

وتعد مفاعلات الأبحاث متوسطة القدرة والتي يتراوح الفيض النيوتروني فيها بين (١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ و ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ نيوترون/ سم٢. ثانية) من أنسب المفاعلات لإنتاج معظم النظائر المشعة من خلال التشعيع النيوتروني .وتعد المفاعلات من نوع البركة السابحة (Swimming Pool Reactors)

والمفاعلات المشابهة من أكثر المفاعلات ملاءمة لإنتاج النظائر حيث تتميز تلك المفاعلات بسهولة عمليات إدخال وإخراج العينات الخاضعة للتشعيع وبالتالي سهولة التحكم في

زمن التشعيع الذي يعد من العناصر الهامة في عملية إنتاج النظائر . إلا أنه في حالة انتاج النظائر المشعة ذات النشاط النوعي المرتفع اللازمة لعمليات التعقيم والعلاج وبعض الأغراض الصناعية الأخرى فإن الأمر يتطلب وجود مفاعلات يصل فيها الفيض النيوتروني الى (١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ نيوترون/ سم٢. ثانية) بل وأكثر من ذلك .وفي بعض الأحيان تستخدم مولدات النيوترونات بدلاً من المفاعلات كمصدر للنيوترونات ، وتعطي المولدات عدداً من النيوترونات يصل الى حوالي (١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ – ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠نيوترون/ ثاتية) لذا فإنه يمكن استخدام هذه المولدات في تشعيع النظائر المستقرة التي تتميز بمقطع عرضي كبير للتفاعل . ومعنى المقطع العرضي للتفاعل هو احتمال حدوث هذا التفاعل عند سقوط جسيم واحد على نواة هدف واحدة موجودة في وحدة المساحة .[16]

2- المعجلات

تنتج العديد من النظائر المشعة بقصف النظائر المستقرة بحزمة من الجسيمات المشحونة المسرعة في المعجلات النووية لطاقة تتراوح ما بين ١٠ الى ٤٠ م.أ.ف تبعاً لنوع النظير وللمقطع العرضي للتفاعل المعين .

ويعد معجل السيكلوترون متغير الطاقة من أنسب المعجلات لإنتاج أكبر عدد من النظائر المشعة باستخدام عملية قصف النظائر المستقرة بالجسيمات المشحونة . ولزيادة معدل الإنتاج ينبغي أن يتميز المعجل بتيار كبير من الجسيمات المشحونة بحيث يصل الى حوالي ١٠٠ ميكرو أمبير بل ويزيد وذلك لإمكانية الحصول على النظائر التي تتميز المقاطع العرضية المؤدية لها بقيم صغيرة .[2]

وتجدر الإشارة الى أنه يمكن إنتاج مئات العينات من نفس النظير أو من النظائر المختلفة في آن واحد داخل المفاعل وذلك بوضع جميع العينات المراد تشعيعها داخل المفاعل في نفس الوقت . إلا أنه بالنسبة للمعجلات لا يوجد سوى حزمة واحدة من الجسيمات المعجلة يتم توجيهها للنظير المستقر المطلوب تحضير نظير مشع منه .

يندر استخدام النظائر المشعة المنتجة على المعجلات إلا في حالات الضرورة كعدم ملاءمة الخصائص النووية للنظير المنتج في المفاعل للدراسة أوعدم إمكانية أنتاج النظير المطلوب في المفاعل أو بُعد المفاعل عن المكان الذي سوف يستخدم فيه النظير المشع خاصة إذا كان النظير من النوع ذي العمر النصفي القصير .ومن النظائر التي تنتج باستخدام المعجلات (الصوديوم ٢٢ ، المنجنيز ٥٢ ، الكوبلت ٥٧ ، الزنك ٦٥ ، الجاليوم ٦٧. [17]

(3-2)مراحل الانتاج:

تمرج عملية إنتاج النظائر بمراحل عديدة . وتعني المرحلة الاولى بإعداد النظير المستقر المطلوب تشعيعه بحيث يكون على درجة عالية من النقاوة. ويعبأ النظير سواء كان في شكل منفرد أو في شكل مركب كيميائي داخل وعاء التشعيع الذي ينبغي أن يستوفي بعض المتطلبات ، ويوفر وصول الجسيمات فيه المساهمة في التفاعل الى النظير المستقر الموجود داخله .وتتم بعد ذلك عملية التشعيع سواء في المفاعل أو على المعجل وتستمر لفترات متفاوتة تفاوتاً كبيراً تبعاً لنوع النظير وللمقطع العرضي للتفاعل وللنشاط الإشعاعي اللازم . وقد تستمر عملية التشعيع لدقائق محدودة كما قد تمتد لعدة أيام بل بعشرات لأيام . [18]

وبعد التشعيع داخل المفاعل أو على المعجل تبدأ مرحلة المعالجات المختلفة للنظير المشع . وتتضمن هذه المرحلة عمليات فصل النظير المشع عن النظير المستقر الذي تبقى بعد التشعيع أو عن النظائر الأخرى التي تتكون كعمليات جانبية . ويتم في نهاية هذه المرحلة الحصول على النظير المشع المطلوب في الصورة الكيميائية المناسبة للإستخدام للغرض المعين وبالنقاوة المطلوبة . وقد يتطلب الأمر إجراء بعض عمليات التعقيم للنظير المشع في الحالات التي يستخدم فيها النظير داخلياً للأغراض الطبية . وفي نهاية المرحلة تجرى العمليات الخاصة باختيار جودة المنتج وتحديد مدى صلاحيته للإستخدام وتحديد الشدة الإشعاعية النوعية له وتعبئته في العبوات الملائمة ووضعه داخل الدروع الإشعاعية الواقية وغير ذلك من الأعمال الأخرى .

وهكذا فإنه لتنفيذ برنامج متكامل لإنتاج النظائر المشعة يتطلب الأمر توفر قاعدة تقنية تقوم على مفاعل أبحاث متوسط القدره ومعجل متغير الطاقة للجسيمات

المشحونة تصل طاقته الى حوالي (٣٠ – ٤٠ م .إ.ف) ويصل تيار حزمة الجسيمات فيه الى حوالي ١٠٠ ميكرو أمبير .

وفضلاً عن ذلك يتطلب الأمر توفر بعض الوحدات الرئيسة الأخرى التي تعني بإعداد المادة المطلوب تشعيعها وتنفيذ عمليات الفصل والمعالجات الكيميائية والتقنية وإجراء اختبارات الجودة والصلاحية وإجراء القياسات الإشعاعية وتنفيذ الدروع وغير ذلك من الأعمال المرتبطة بالإنتاج. [8]

(3-3)فصل النظائر :

هي العملية التي يتم فيها زيادة تركيز نظير لعنصر كيميائي عن طريق ازالة باقي النظائر الأخرى ، علي سبيل المثال : فصل اليورانيوم المخصب عن اليورانيوم المنضب (العادم) و هذه العملية تستخدم لصناعة الوقود للمحطات النووية و أيضا لصنع اليورانيوم المستخدم في الأ سلحة النووية

طرق (تقنيات) الفصل

يوجد ثلاثة طرق لفصل النظائر:

¤ الطريقة المعتمدة مباشرا علي الوزن الذري

¤ الطريقة المعتمدة علي الاختلافات الطفيفة في معدل التفاعل الكيميائي نتيجة اختلاف الوزن الذري

¤ الطريقة المعتمدة علي الخصائص الغير مرتبطة علي الوزن الذري مثل الرنين النووي

النوع الثالث لا يزال تجريبيا ، في الواقع معظم طرق الفصل تعتمد بطريقة ما علي الوزن الذري . بشكل عام من الأسهل فصل النظائر ذات الفروق النسبية الكبيرة في الكتلة . فمثلا الديوتيريوم لديه ضعف كتلة الهيدروجين العادي لذلك من الأسهل فصله عن نظيره الهيدروجين عن فصل يورانيوم-٢٣٥ عن يورانيوم-٢٣٨ . من ناحية أخرى فأنه يصعب فصل البلوتونيوم-٢٣٩ الذي ينشطر عن البلوتونيوم-٢٤٠

(4-3)جيوكيمياء النظائر

بالنسبة للكثير من النظائر المستقرة فإن المقدار الناجم عن التجزئة بين النمط الحركي والنمط المتوازن صغير جداً، لذلك فإن التخصيب عادة ما يقاس بالجزء من الألف.يرمز لمقدار التخصيب بالرمز (δ) وهو يمثل نسبة النظائر الثقيلة إلى النظائر الخفيفة في العينة وذلك القياس إلى النسبة القياسية. إذا أخذنا الكربون على سبيل المثال فإن (δ) تحسب كالتالي:

$$\sigma^{13}C = \left(\frac{\left(\frac{13c}{12c}\right)sample}{\left(\frac{13c}{12c}\right)standerd} - 1 \right) * 100\%$$

النظائر المختلفة لعنصر لها خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة قليلا بسبب الخلافات الجماعية الخاصة بهم. لعناصر من الأرقام الذرية المنخفضة، هذه الاختلافات جماعية كبيرة بما يكفي للكثير من الفيزيائية والكيميائية، والعمليات البيولوجية أو ردود الفعل على "يجزئ" أو تغيير النسب النسبية لمختلف النظائر. نوعين مختلفين من العمليات - التوازن وحركة النظائر الآثار - سبب النظائر تجزئة. ونتيجة لعمليات التجزئة، والمياه والمواد المذابة وغالبا ما تضع تركيبة فريدة النظائر (نسب الثقيلة إلى نظائر الخفيفة) التي قد تكون مؤشرا على مصدرها أو من العمليات التي شكلت لهم. [19]

وتشمل التوازن ردود الفعل النظائر تبادل إعادة توزيع النظائر المشعة لعنصر بين الأنواع أو مركبات مختلفة. في التوازن، ومعدلات التفاعل إلى الأمام والخلف من أي نظائر معينة متطابقة. هذا لا يعني أن تركيبة النظائر من مجمعين على التوازن متطابقة، لكنها تؤكد أن نسب النظائر المختلفة في كل مجمع ثابتة. خلال ردود الفعل التوازن، والنظير الأثقل عموما يصبح المخصب (يتراكم بشكل تفضيلي) في الأنواع أو مركب مع الدولة طاقة أعلى. على سبيل المثال، وأثرى كبريتات في ٣٤ S بالنسبة للكبريتيد. وبالتالي، يتم وصف كبريتيد المستنفد في ٣٤ S بالنسبة للكبريتات. خلال التغييرات المرحلة، فإن نسبة الثقيلة إلى نظائر الخفيفة في الجزيئات في مراحل التغييرات اثنين. على سبيل المثال، ويتكثف بخار الماء (عملية التوازن)، والنظائر للمياه الثقيلة (١٨ O و ٢ H) تصبح المخصب في الطور السائل في حين أن النظائر الأخف (١٦ O و ١ H) تميل نحو مرحلة البخار.تحدث fractionations النظائر الحركية في نظم من التوازن النظائر حيث قدما ومعدلات التفاعل المتخلفة ليست متطابقة. قد ردود الفعل، في الواقع، أن يكون أحادي الاتجاه إذا كانت المنتجات رد فعل أصبحت معزولة ماديا من المواد المتفاعلة. تعتمد معدلات رد فعل على نسب الجماهير من النظائر وطاقاتهم الذبذبات. كقاعدة عامة، يتم تقسيم السندات بين النظائر الأخف بسهولة أكثر من روابط أقوى بين النظائر الثقيلة. وبالتالي، فإن النظائر الأخف تتفاعل بسهولة أكبر

وتصبح مركزة في المنتجات، والكواشف المتبقية تصبح أثرى في النظائر الثقيلة.العمليات البيولوجية هي عادة أحادي الاتجاه وأمثلة ممتازة من "الحركية" ردود فعل النظير. الكائنات تفضيلي استخدام أنواع النظائر أخف وزنا بسبب انخفاض "التكاليف" الطاقة، مما أدى إلى fractionations كبيرة بين الركيزة (أثقل) والمنتج بوساطة بيولوجيا (أخف). حجم تجزئة يعتمد على مسار التفاعل استخدامها والطاقات النسبية للسندات التي قطعت وشكلت من رد الفعل. [4]

بشكل عام، تظهر تباطؤ خطوات التفاعل أكبر تجزئة النظائر من خطوات أسرع لأن الكائن لديه الوقت لتكون أكثر انتقائية. يمكن أن ردود الفعل الحركية يؤدي إلى fractionations مختلفة جدا من، وعادة أكبر من أن رد فعل التوازن ما يعادلها.

يمكن أن العديد من ردود الفعل تتم إما تحت ظروف توازن بحتة أو تتأثر على تجزئة إضافية نظير الحركية. على سبيل المثال، على الرغم من تبخر يمكن أن تتم في ظل ظروف التوازن بحتة (أي ١٠٠٪ الرطوبة عندما يكون الهواء لا يزال)، أكثر عادة المنتجات تصبح معزولة جزئيا من المواد المتفاعلة (على سبيل المثال، هو في مهب بخار الناتج اتجاه الريح). في ظل هذه الظروف، تتأثر تركيبة النظائر من الماء والبخار عن طريق تجزئة النظائر الحركية إضافية من حجم متغير.

ويمكن التعبير عن تقسيم النظائر المستقرة بين اثنين من المواد ألف وباء من استخدام عامل تجزئة النظائر (ألفا):

$$R_{AB} = R_A / R_B$$

حيث "R" هو نسبة الثقيلة إلى نظائر خفيف (على سبيل المثال، $^{2}H / ^{1}H$ أو $^{18}O / ^{16}O$). تميل قيم ألفا لتكون قريبة جدا إلى ١. العوامل تجزئة الحركية وعادة

ما يتم وصفها من حيث العوامل تخصيب أو التمييز؛ وتعرف هذه بطرق مختلفة من قبل الباحثين مختلفة. [7]

يتم تحديد تركيبة النظائر في مختبرات متخصصة باستخدام نسبة النظائر مطياف الكتلة. الايضاحات تحليلية صغيرة بالنسبة إلى نطاقات في د القيم التي تحدث في نظم الأرض الطبيعية. نموذجية انحراف معياري واحد توضيحات تحليلية لالأكسجين والكربون والنيتروجين والكبريت النظائر هي في حدود ٠,٠٥ ‰ ٠,٢ ‰. توضيحات نموذجية لنظائر الهيدروجين هي الأكثر فقرا، ٠،٢-٢،٠ ‰، بسبب انخفاض ٢ :H١ نسبة H.

الفصل الرابع

استخدامات النظائر

(1-4) الاستخدامات الزراعية لنظائر

(2-4) الاستخدامات الصناعية لنظائر

(3-4) الاستخدامات الطبية لنظائر

(4-4) الاستخدامات العسكرية لنظائر

(1-4)الاستخدامات الزراعية لنظائر :

(4)وفي وقتنا الحالي تستخدم النظائر المشعة في عدة مجالات زراعية تستهدف زيادة الدخل الزراعي وتنمية المحاصيل وحفظها ، وزيادة إنتاجية الأرض الزراعية واستنباط أنواع جديدة من المحاصيل الزراعية المحتوية على نسب أكبر من البروتينات . وتساهم تقنيات التشعيع باستخدام النظائر المشعة في إنتاج محاصيل لها القدرة على مقاومة الآفات الزراعية وتحمل التقلبات الجوية . كما تستخدم تلك التقنيات في زيادة إنتاجية اللحوم والألبان في الطيور والحيوانات الداجنة ، وفي منع وتقليل التلف الناتج عن تخزين المحاصيل . [1]

وتفيد التقنيات الإشعاعية كذلك في تحديد مصادر المياه الصالحة للري واستخدامها بكفاءة عالية ، وفي تحديد كيفية امتصاص النباتات للأسمدة ، مما يساعد على التوصل الى أفضل الظروف الملائمة للتنمية الزراعية . وتضاف بعض النظائر المشعة القابلة للذوبان في الماء الى السماد ثم يتتبع النشاط الإشعاعي لتلك النظائر بعد أن يمتصها النبات وبذلك يمكن تحديد كمية السماد اللازمة للنبات بالإضافة الى أفضل المواضع التي يوضع فيها تحقيقاً لأكبر قدر من الإمتصاص وتقليلاً لتكلفة الإنتاج الزراعي .

وقد ثبت أن تشعيع المواد الغذائية الزراعية يساهم في حفظها من التلف ، فإذا تعرضت تلك المنتجات الى جرعات إشعاعية معينة فإنها تصبح قادرة على البقاء صالحة لمدة أطول دون أن تتسبب في أية أضرار صحية للبشر أو الحيوانات بعد تناول تلك الاغذية .ويساعد التشعيع في حفظ وإطالة مدة تخزين البصل والبطاطس والبقوليات الفاكهة والأسماك واللحوم والدواجن . إستخدام التشعيع لمنع تزريع البصل

تستخدم الإشعاعات المؤينة والنظائر المشعة في وقتنا الحالي استخداماً واسعاً وفي عدة مجالات زراعية بغرض زيادة الدخل الزراعي ، وفي عمليات حفظ المحاصيل الزراعية. (1)

ومن أهم مجالات استخدام الإشعاعات المؤينة في الزراعة ما يلي :

1-زيادة إنتاجية الأرض.

2-استنباط أنواع جديدة من المحاصيل الغذائية ذات نسبة عالية من البروتين.

3-تحديد أماكن مصادر المياه واستخداماتها بكفاءة عالية.

4-أنتاج محاصيل ذات مقاومة عالية للأمراض وللتقلبات الجوية.

5-تحديد كيفية امتصاص النباتات للأسمدة والكيماويات المخصبة.

6-تعقيم البذور.

(2-4)الاستخدامات الصناعية لنظائر :

وتتمثل عملية استخدام النظائر المشعة لتتبع الأثر في إضافة قدر ضئيل من نظير مشع ثم متابعة طريقة إنتشاره وتوزعه بتتبع أثره .وتستخدم تلك العملية في العديد من المجالات الصناعية كالتهوية ودراسة معدل التدفق والكشف عن تسرب السوائل والغازات من خطوطها وخزاناتها ، وفي تحديد نوعية اللحام والكشف عن وجود أية فقاعات غازية بها .تستخدم الإشعاعات المنبعثة من النظائر المشعة في التصوير الإشعاعي بإشعاعات جاما ، التي حلت محل الأشعة السينية حيث يمكن عمل مصدر من الكوبلت أو السيزيوم المشع ، واستخدامه بكفاءة أعلى كثيراً من كفاءة الأشعة السينية لاختبار الأنابيب الطويلة حيث أصبحت تلك الطريقة هي المعتمدة لاختبار أنابيب خطوط الغاز والزيت . وبتعرض المطاط لأشعة جاما فإنه يكتسب خصائص جديدة ويصبح أفضل مرونة وأكثر سهولة في عمليات التشكل .[1]

وتستخدم إشعاعات جاما حالياً في صناعة الكابلات المعزولة بالمطاط وفي لحام شرائح المطاط مع بعضها . ويتميز المطاط المعرض لأشعة جاما بمقاومة أكبر للكهرباء مما أدى الى صغر سمك عازلات الأسلاك . وقد ثبت أن إشعاعات جاما تساعد على إتمام بعض التفاعلات الكيميائية الصناعية مثل تفاعلات إنتاج الطلاءات المعدنية وطلاءات السيارات وفي إنتاج البلاستيك وفي المواصفات الخاصة بالأسمنت المسلح لإنتاج مواد شديدة الصلابة . تستخدم النظائر المشعة ايضاً في التأكد من ملء العبوات والمعلبات كمعلبات المشروبات والسوائل . وتستخدم أشعة جاما كذلك في تحسين خواص الأخشاب وإكسابها قساوة أكبر وقدرة أعظم في مقاومة الخدش والإحتراق . وتستخدم الإشعاعات في الوقت الحالي أيضاً في عمليات اكتشاف آبار البترول ومناجم الحديد والنحاس والنيكل والرصاص والزنك والفحم . كما تستخدم النظائر المشعة حالياً في تصنيع البطاريات الكهربية عالية القدرة وطويلة العمر الذي قد يصل الى عشرات السنين دون الحاجة لأية عمليات صيانة . وأساس عمل تلك البطاريات هو تحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن تفكك النظير المشع الى طاقة كهربية . ولهذا الغرض تستخدم النظائر المشعة ذات العمر النصفي الطويل مثل (البلوتونيوم ٢٣٨ والكوبلت ٦٠) . وتستخدم تلك البطاريات في الأقمار الصناعية ومحطات الأرصاد الجوية . وفي الوقت الحالي تستخدم بطارية لاتزيد عن ٣٠ جم في الوزن كمصدر تغذية لجهاز تنظيم ضربات القلب .

(3-4) الاستخدامات الطبية لنظائر :

(5)منذ أن اكتشفت العالمة ماري كوري وزوجها عنصر الراديوم في عام ١٨٩٨ كان الأطباء أول من اهتموا بالاستفادة من المواد المشعة واستخدامها في التشخيص والعلاج. وبعد اكتشاف المفاعلات الذرية أمكن الحصول على أعداد كبيرة من النظائر المشعة والتوسع في استخدامها . وقد ساعد استخدام النظائر المشعة الأطباء على التحليل والكشف الدقيق والتعرف على مواطن الأمراض ومسار الجراثيم في الجسم. إن استخدام النظائر المشعة في المجال الطبي يعتبر

من أحدث التطورات في الطب الحديث. والطب النووي هو الفرع الطبي الذي تستخدم فيه النظائر المشعة لتشخيص بعض الأمراض وعلاج البعض الآخر ، وقد سمي بالنووي نسبة إلى نواة الذرة وهي مصدر الإشعاع المنبعث من هذه المواد المشعة ويعتبر الطب النووي من أحدث تطبيقات التكنولوجيا في المجال الطبي. وتتميز المواد المشعة بنشاط إشعاعي(القدرة على التحلل الذاتي لنواة ذرة المادة المشع) وهذا التحلل يختلف من مادة لأخرى ليعطي نوعيات مختلفة من الإشعاعات .[3]

استعانة الأطباء بالنظائر:

1- التشخيص :

التشخيص بحقن المواد المشعة

يتم تشخيص العديد من الأمراض والقصور في وظائف الأعضاء عن طريق حقن نظائر مشعة معينة الى داخل الجسم البشري أو لعضو معين ، ويتم بعد ذلك متابعة سلوك وانتشار المادة المشعة في الجسم وتركيزها في الأعضاء المختلفة ، وعادة ما تكون النظائر المشعة المستخدمة للحقن هي التي تصدر إشعاعات جاما التي تتميز بقدرة كبيرة على اختراق المواد وبالتالي اختراق الأنسجة والأعضاء البشرية ، ويتم متابعة سلوك النظير المشع المحقون وانتشاره في الجسم البشري عموماً وفي الأعضاء المختلفة عن طريق رصد الإشعاعات الصادرة عن النظير في الأعضاء والأنسجة البشرية المختلفة وذلك باستخدام مجس أو كاشف مخصص للكشف عن هذه الإشعاعات يمكنتوجيهه الى نقاط الجسم المختلفة وتصوير الإشعاعات الصادرة في لحظات معينة .

يسمى الجهاز المستخدم للكشف عن الإشعاعات الصادرة عن النظائر المشعة في أعضاء الجسم المختلفة بآلة تصوير جاما .[2]

2- العلاج:

تستخدم الإشعاعات والنظائر المشعة استخداماً واسعاً في علاج بعض الأمراض مثل علاج السرطان والأورام الأخرى ، فمن المعلوم أن الإشعاع يتلف الخلايا الحية ويقتلها مما يساعد على استخدامه لقتل الخلايا السرطانية ووقف نموها ، غير أن الجرعات الإشعاعية التي تؤدي الى قتل الخلايا السرطانية يمكنها أن تؤدي في نفس الوقت الى قتل الخلايا السليمة فتتأثر بالإشعاع إلا أن هذه الخلايا تشفى بعد ذلك .[5]

3- قياس حجم الدم:

تستخدم النظائر المشعة في قياس أحجام السوائل التي لا يمكن قياس أحجامها بالطرق العادية ، فمثلاً يمكن قياس حجم البلازما أو الخلايا الحمراء اللذين يمثلان أهمية للطبيب حسب الحالة المرضية ، ولقياس حجم البلازما تستعمل عينة من زلال آدمي موسوم باليود ١٣١ المشع ، أما في حالة قياس الخلايا الحمراء فتستعمل عينة من هذه الخلايا مضافاً اليها الكروم ٥١ المشع ، وتوضع المادة الموسومة في العينة ويستخدم كاشف مناسب لتقدير كمية الإشعاع المحتواة ، وبعد ذلك يتم حقن العينة بما فيها من المادة الموسومة في أحد الأوردة ، ثم ينتظر بعض الوقت حتى يتم الإتزان باختلاط العينة التي حقنت اختلاطاً جيداً مع سائر الدم ،بعدها تؤخذ عينة من الدم ، ويتم مقارنة كمية الإشعاع في عينة الدم الذي تم أخذها بعد فترة الإتزان مع كمية الإشعاع المضافة اولاً ، وبذلك يمكن حساب الحجم الكلي للدم ، اما خلايا الدم الحمراء أو البلازما فتوجد أجهزة آلية مبرمجة تقوم بقياس الإشعاع وإجراء الحسابات وعرض النتائج ، ويتميز هذا النوع من الأجهزة بسهولة استعماله مما يجعله مفيداً في حالة الطوارئ والعمليات .[2]

4- التصوير بالانبعاث البزتروني:

تعتمد نظرية هذا النوع من التصوير على استعمال ظاهرة فناء البوزيترون عند تفاعله مع الإلكترون بعدما يفقد طاقته مما يؤدي الى إنبعاث فوتونين ينطلقان في اتجاهين مختلفين ، وتبلغ طاقة كل فوتون ٥١١ كيلو الكترون فولت ، ويوضع حول المريض كاشف للإشعاعات عبارة عن كاشف ومضي ، وعند حدوث تحول نووي عند نقطة ما داخل المريض ينبعث فوتونان يسجلان في نفس الوقت ، وكنتيجة لتسجيل الجسيمات المختلفة يتم إعاة رسم صورة لتوزيع النشاط الإشعاعي داخل المريض ، وتتطلب آلة التصوير البوزيترونية (بوزيترون كاميرا) توفير النظائر المشعة المصدرة للبوزيترونات التي عادة ما يتم إنتاجها باستخدام معجل السكليترون .ولما كان عمر النصف لمعظم هذه النظائر المستخدمة في التصوير البوزيتروني قصير فإن هذا يتطلب وجود السيكليترون داخل المستشفى.[6]

5- التعقيم والحفظ :

أصبح تعقيم الأدوات الطبية والصيدلية والعقاقير بالإشعاعات أمراً واسع الإنتشار ، وقد تفوقت الطرق النووية للتعقيم على نظائرها التقليدية لما لهذه الطرق من مزايا عديدة فضلاً عن أنها الطريقة الوحيدة بالنسبة لأنواع معينة من العقاقير والأدوات الطبية لعدم ملاءمة طرق التعقيم التقليدية لها . يجرى التعقيم في الوقت الحالي باستخدام مصادر مشعة عالية الشدة (كالسيزيوم ١٣٧ و الكوبلت ٦٠) وتبلغ الشدة الإشعاعية للمصادر المستخدمة عدة آلاف من الكيوري[1]

¤ استخدامها في تعقيم المعدات الطبية، ويتميز التعقيم بالإشعاع بالتالي:

1-عملية بإرادة غير مصحوبة بارتفاع درجة الحرارة .

2-يمكن إجراء التعقيم بصورة أوتوماتيكية بسيطة .

3-أقل تكلفة وأكثر تأثيراً من التعقيم بالبخار .

نظائر استعملت في الطب

النظائر	كيفيه استعمالها
اليود-131	إعطاء المريض جرعه في كوب ماء ثم يحسب الطبيب نسبه اليود بعد 24ساعه
الراديوم	يستعمل في علاج السرطان
الكروم	استخدام في علاج الأمراض المزمنة ولكن قد يؤدي إلى الوفاء بنسبه 40%

(4-4)الاستخدامات العسكرية لنظائر :

الأسلحة الإشعاعية أو الأسلحة المشعة أو الأسلحة الرايولوجية هي أي سلاح مُصمَّم لنشر مادة نشطة إشعاعيًّا (مُشعة) بنية وهدف وقصد القتل وتسبب تمزيق أو تفجير مدينة أو دولة. وتُعرف بصفة أساسية باسم القنبلة القذرة لأنها ليست قنبلة نووية حقيقية أو فعلية ولا تملك قوة تدميرية مماثلة. وهي تستخدم متفجرات لنشر المادة المشعة، وتكون غالبًا وقودًا من المفاعلات النووية أو النفايات والمخلفات المشعة.

ويُمكن تعريفه أيضا بأنه سلاح إشعاعي (Radiological Weapon): وهو جهاز يتم من خلاله نشر مادة إشعاعية في منطقة الهدف لإلحاق أضرار أو إصابات بالأفراد. وتبعًا لتعريفه الأصلي لا يلزم حدوث انفجار لإحداث تلك الآثار، إلا أن التطويرات الحديثة للتعريف الأصلي طرحت إمكانية حدون انفجار باستخدام مواد تي إن تي التقليدية لتوسيع نطاق الآثار الإشعاعية. ولا تستخدم في تلك الأسلحة بالضرورة المواد المشعة الانشطارية المعروفة كاليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩ أو البولونيوم ٢٠١، فمن الممكن استخدام نظائر أخرى من

البلوتونيوم واليورانيوم، أو حتى مواد كالسيزيوم ١٣٧ أو الكوبالت ٦٠. ويمثل امتلاك هذا السلاح الذي اصطلح على تسميته "القنبلة القذرة" أحد الخيارات الأساسية لجماعات الإرهاب إذا ما تحركت في اتجاهات نووية.أي أنها قنبلة عادية ككل القنابل إلا أنها تحتوي مع مادتها التفجيرية على مادة مشعة خطرةويمكن استهداف المفاعلات النووية بهذا النوع من القنابل، وفقًا لما أطلقت عليه العديد من الكتابات "الحرب الإشعاعية" (Radiological War). ويُعد شن هجمات تقليدية ضد المنشآت النووية أحد أهم أساليب تلك الحرب، وهو ما تنتج عنه آثار تختلف كثيرًا عن التسربات الإشعاعية على غرار حادثة "ثري مايلز آيلاند" بالولايات المتحدة، فهذا الوضع يرتبط بحالة على غرار انفجار مفاعل تشرنوبيل في عام ١٩٨٦ في أوكرانيا بالاتحاد السوفيتي السابق و قد أُعتُبرت الأسلحة الإشعاعية أسلحة إرهابيةً لخلق الذعر والفزع والكوارث والمصائب في المناطق المزدحمة بالسكان. وهذا ما يحيل الكثير من الممتلكات لمواد لا تصلح للاستعمال البشري إلا إذا عُولجَت معالجةً مكلفةً وباهظة الثمن ويتحكم المصدر (نوع المادة المشعة المستخدمة) الإشعاعي والكمية منه في مدى تأثير هذا النوع من الأسلحة وعوامل مثل: الطاقة ونوع الإشعاع وفترة عمر النصف وحجم الانفجار والتوافر والتحصين والقابلية للحمل والنقل ودور البيئة كل هذه العوامل تقرر مدى تأثير السلاح الإشعاعي. والنظائر المشعة التي تمثل أقصى خطورة أمنية تتضمن: السيزيوم ١٣٧ ويستعمل في الأجهزة الطبية التي تعمل بالإشعاع، والكوبالت ٦٠، والأمريكيوم ٢٤١، والكاليفورنيوم ٢٥٢، والآيريديوم ١٩٢، والبلوتونيوم ٢٣٨، والسترونتيوم ٩٠، والراديوم ٢٢٦. كل تلك النظائر ما عدا الأخير تصنع في المفاعلات النووية.و بما أن الكمية المشتتة من الإشعاع في ذلك الحدث ستكون الحد الأدنى وأقل ما يمكن فحقيقة وجود أي إشعاع كافية لخلق وبث الرعب والفزع والفوضى في الدولة أو المدينة المصابة .

قنبلة الكوبالت :

هي نوع من القنابل المملحة، وهى صورة من صور الأسلحة النووية قدمها الفيزيائى ليو سزيلارد الذي رأى أنها قادرة على تدمير كل صور الحياة على الأرض ويأتي بنهاية العالم ويوم القيامة.و غلاف أو قشرة القنبلة يصنع من معدن الكوبالت المعتاد بدلا من مادة انشطارية ثانية مثل اليورانيوم ٢٣٥.و يتحول هذا الفلز إلى نظيره الكوبالت ٦٠ بقذفه واثارته بالاشعاع النيوترونى. يكمن الخطر الحقيقي لهذه القنبلة في خطر التلوث الإشعاعي. القنبلة الكوبالتية : هذه القنبلة لها قوة تدميرية خارقة قد تؤدى إلى إبادة الجنس البشرى بأكمله وكذلك كل الكائنات الحية وذلك في منطقة الانفجار وماحولها لمدة قد تصل إلى عشر سنوات. وتتكون من ثلاثة أجزاء وهى : قنبلة انشطارية تعمل كزناد للقنبلة الهيدروجينية قنبلة هيدروجينية تحتوى على الديتريوم مع الليثيوم كمية كبيرة من الكوبالت توجد كغلاف للمجموعتين أما نظرية هذه القنبلة الخطيرة فتتلخص في أن النيوترونات الناتجة من انفجار القنبلة الهيدروجينية تؤثر على ذرات الكوبالت ٥٩ وتحوله إلى الكوبالت ٦٠ المشع وهو عنصر شديد الاشعاع وقد اختير هذا العنصر لان زمن نصف العمر له ٥،٢ سنة أى ان ذراته المشعة التي تنفجر في الجو يمكن ان يستمر اشعاعها ما يقرب من عشر سنوات. إذا استخدم في هذه القنبلة كمية من الديتريوم ووزنها ١٠ آلاف طن ومع ١٠ آلاف طن من الكوبالت لاستطاعت هذه القنبلة إبادة أهل الأرض باكملهم في خلال عام واحد فقط لذلك أحجم العلماء عن تنفيذ هذه القنبلة البشعة شديدة الخطورة. [9]

الفصل الخامس

جدول النظائر

(5-1) جدول النظائر

(5-2) استخدامات جدول النظائر

(5-3) النشاط الإشعاعي لجدول النظائر

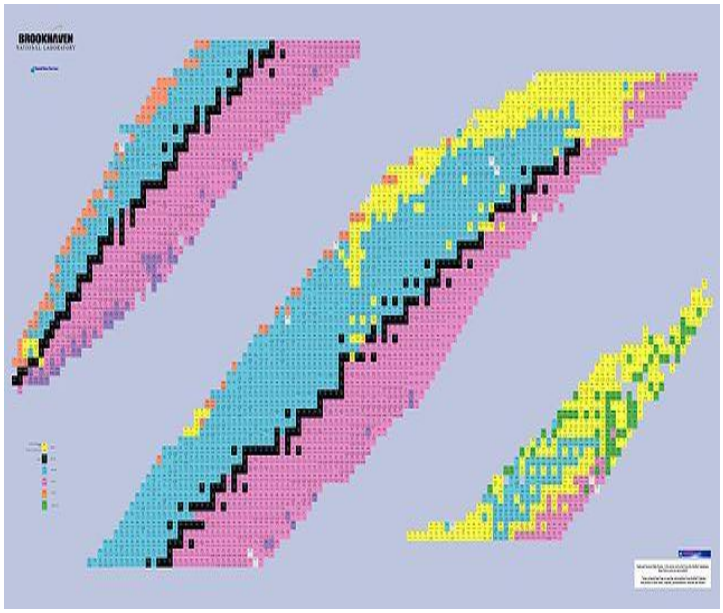
(5-4) أنواع التحلل الإشعاعي لجدول النظائر

(5-5)الوفرة الطبيعية

(5-6) معدل الكتلة الذريه (الكتلة الذرية المتوسطة)

(5-1)جدول النظائر :

جدول النظائر أو جدول النوكليدات في الفيزياء (بالإنجليزية: table of nuclides أو chart of nuclides)



الشكل ٥ – ١ يبين دوال النظائر المقطوعة هنا الى ثلاث اقسام من اجل العرض المناسب وهو يبدا بالجزء العوى يسار اسود وينتهي بالجزء السفلي يمناً اصفر

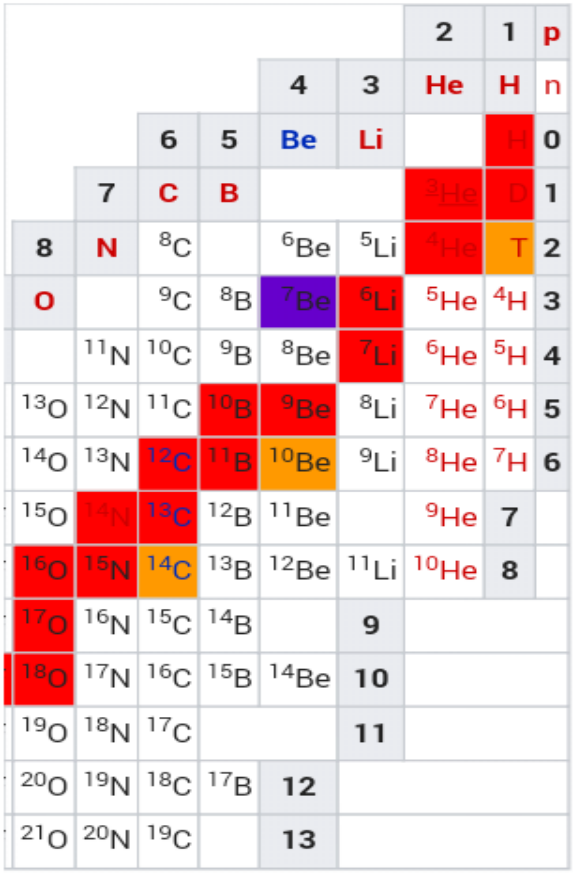
هو جدول ذو بعدين ويحتوي على مربعات للنظائر. يرتب المحور الرأسي عدد النيوترونات الموجودة في نواة ذرة النظير، ويعطي المحور الأفقي عدد البروتونات فيها. يعرّف كل مربع في الجدول نظير معين، ويعطي عدد مكونات نواته من بروتونات ونيوترونات، كما يبين لون المربع نوع النشاط الإشعاعي. ويتميز هذا الجدول بإعطائه معلومات متعمقة عن الخواص النظائر الإشعاعية للفيزيائي، وهو بمثابة الجدول الدوري الذي يستخدمه الكيميائي لمعرفة ترتيب العناصر وخواصها. جدول النظائر يعطي معلومات عن خواص نواة الذرة، أما الجدول الدوري فيعطي معلومات عن الغلاف الإلكتروني للذرة والتكافؤ. [20]

(2-5)استخدامات جدول النظائر :

تعني كلمة " نوكليد" نواة الذرة وتأتي هذه التسمية من مكونات النواة وهي البروتونات والنيوترونات، ويُطلق على كل منهما اسم نوكليون. ويبين الجدول التالي جزءا صغيرا من الجدول الكامل، ويتحتوي على الخمسة عشر عنصر الأولين من الجدول الكامل، بغرض التوضيح.

يصف جدول النوكليدات الخصائص النووية لجميع نظائر العناصر بمعنى أنه يعطي خصائص فيزيائية لنواة الذرة مثل النشاط الإشعاعي ونوعه. ويتكون كل عنصر كيميائي من عدة نظائر، يتساوى فيها عدد البروتونات ويختلف عدد النيوترونات فيها. والنظائر الذرية كما تسمى أحيانا قد تكون مستقرة (أي لا تتغير من نفسها) أو يمكن أن تكون نظائر مشعة وهذه غير مستقرة، بل تتحلل إما ب تحلل ألفا أو تحلل بيتا أو تصدر أشعة غاما. ويقارب جدول النوكليدات الجدول الدوري من وجهة

ترتيب العناصر، فيعطي الجدول الدوري ترتيب العناصر بحسب خصائصهم الكيميائية حيث لا تختلف الخواص الكيميائية للنظائر المختلفة لعنصر معين. ويرتب جدول النظائر النظائر على المحور الرأسي بحيث نجد نظائر عنصر معين تحت بعضها، مثلما في الشكل بالنسبة للبور-٨ (B-٨) ،و بور-٩ وبور-١٠ وبور-١١ وبور-١٢. [19]



عطي الترتيب الأفقي عدد البروتونات في النواة، ويبلغ عددهم في عنصر البور ٥. لهذا نجد نظائر البور في عامود رقم ٥. ويأتي بعد البور عنصر الكربون وعدد بروتوناته ٦، وهنا نجد في العمود رقم ٦ نظائر الكربون تحت بعضها كربون-١١ وكربون-١٢ وكربون-١٣ وكربون ١٤ وغيرها.

عندما نتتبع الأعمدة في اتجاه اليمين حيث تقل أعداد البروتونات في أنوية الذرات المختلفة إلى ٤ البيريليوم و ٣ الليثيوم و ٢ الهيليوم وعلى عمود كل منها ما ينتمي إليه من نظائر. بذلك نصل إلى أبسط العناصر الموجودة في الكون والذي تحتوي نواته ١ بروتون وهو الهيدروجين. وهو ترتيبه "الأول". ومن الجدول يتبين لنا أن للهيدروجين المستقر نظيرين آخرين : ديوتيريوم وهو يحتوي على ١ بروتون و ١ نيوترون، وتريتيوم وهو يحتوي على ١ بروتون و ٢ نيوترون.

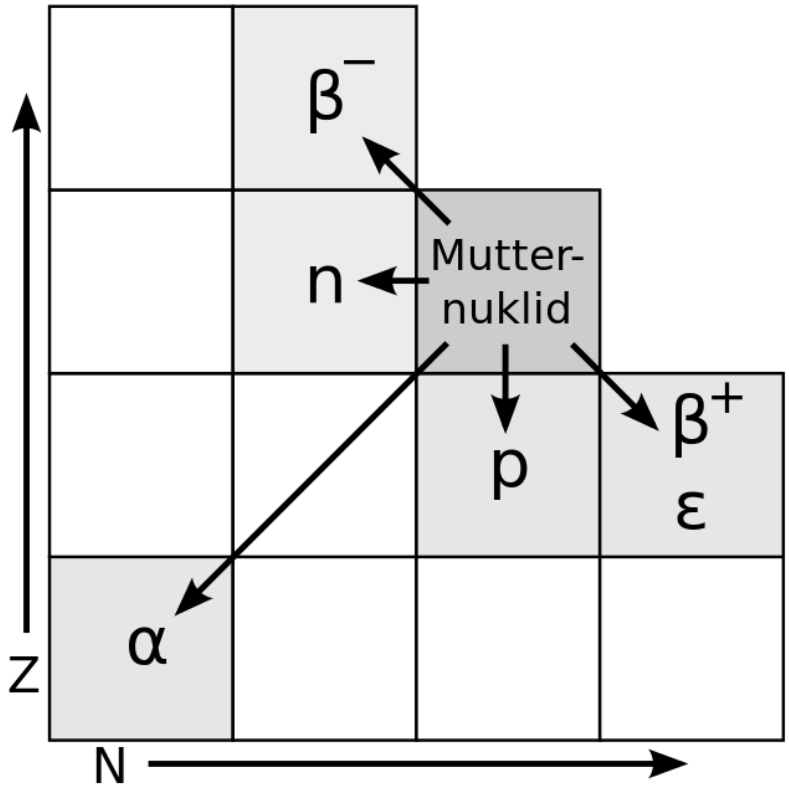
المربعات ذات اللون الأحمر تمثل النظائر المستقرة. وتشكل المربعات

الشكل ٥-٢ يبين الخواص الكيميائية للنظائر

تحتها (أبيض) نظائر مشعة تتحلل طبقا لتحلل بيتا(-)، أما النظائر التي تشغل المربعات البيضاء فوق السلسة الحمراء فهي أيضا نظائر مشعة ولكنها تتحلل طبقا ل تحلل بيتا(+)

. وفي كلتا الحالتين يحاول النظير المشع الوصول إلى الاستقرار، أي الوصول إلى مربع أحمر قريب يكفل له الاستقرار. [18]

فعلى سبيل المثال : يتحلل الكربون-١٤ (C-١٤) بتحلل بيتا(-) حيث يتحول أحد نيوتروناته إلى بروتون وإصدار إلكترون فيصبح نيتروجين-١٤ (N-١٤).



كما يعطي لون المربع بالتقريب عمر النصف وهو بالنسبة للكربون-١٤ ٤٧٣٠ سنة، ولهاذا فلون مربعه بني فاتح.البريليوم-٧ (بنفسجي) هو نظير غير مستقر وللوصول إلى حالة الاستقرار فهو يؤدي ما يسمى اصتياد إلكترون من غلافة الإلكتروني فيتحول أحد البروتونات في نواته إلى نيوترون وبذلك يتحول البريليوم-٧ إلى ليثيوم-٧ [أحمر) ويصبح مستقرا. [19]

(3-5)النشاط الإشعاعي لجدول النظائر :

قام بابتكار هذه الطريقة البيانية للنشاط الإشعاعي العالم الفيزيائي إميليو سيغري:

(لاحظ أن المحور الأفقي في هذا الشكل يعطي عدد النيوترونات، بينما يعطي المحور الرأسي عدد البروتونات).

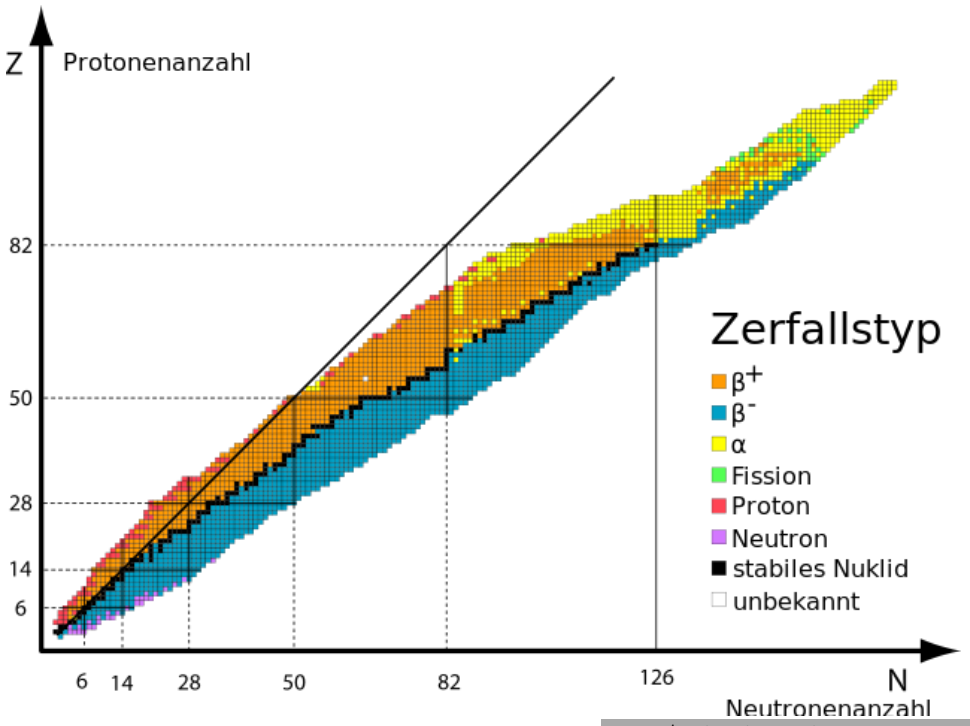
¤ عندما تتحلل النواة عن طريق تحلل ألفا يحمل جسيم ألفا معه ٢ بروتون و ٢ نيوترون منطلقا خارج النواة. وعلى ذلك تنتقل النواة الجديدة عمودين إلى اليسار من النواة الأم وصفين تحتها.

¤ في تحلل بيتا(-) يتحول أحد نيوترونات النواة الأم إلى بروتون. ونجد أن النواة الجديدة تنتقل خطوة إلى اليسار وإلى أعلى

¤ في تحلل بيتا(+) يتحول أحد البروتونات إلى نيوترون. وتنتقل النواة لجديدة خطوة إلى اليمين وإلى أسفل. (كما يحدث ذلك أيضا عندما تمتص النواة الأم إلكترونا خارجيا).

¤ عندا تشع النواة شعاع غاما فلا يتغير وضعها على الجدول.

¤ بالنسبة إلى تفاعل نووي فمعظم التفاعلات تكون مصحوبة بانتقال معين للنواة الداخلة في التفاعل. وعلى سبيل المثال: تنتقل نواة داخلة في تفاعل من نوع (n,p-Reaction) خطوة إلى اليمين (حيث تمتص ١ نيوترون n وتطرد ١ بروتون p خلال التفاعل) وتصبح نظيرا لعنصر آخر. كما توجد تفاعلات نووية تمتص خلالها النواة ١ نيوترون وتُصدر ٢ نيوترونات - [ويرمز لهذا التفاعل ٢n,(n-Reaction)] - وعندئذ تنتقل النواة خطوة إلى اليسار، أي تظل نفس العنصر حيث لم يتغير عدد البروتونات فيها، وهكذا.[11]



(4-5) أنواع التحلل الإشعاعي لجدول النظائر :

يبين الشكل توزيع نظائر العناصر حيث يعطي المحور الأفقي عدد النيوترونات N، ويعطي المحور الرأسي عدد البروتونات Z.

الشكل (5-4) يبين توزيع النظائر بحسب عدد النيوترونات والبروتونات فيها. وتبين المربعات السوداء النظائر المستقرة، ويبين المربعات البرتقالية النظائر المشعة والتي تتحلل طبقا تحلل بيتا(+) والمربعات الزرقاء النظائر المشعة التي تتحلل طبقا بيتا(-)

وكما يبين الجدول تشغل النظائر المستقرة المربعات السوداء. أما المربعات البرتقالية اللون والزرقاء فهي نظائر مشعة غير مستقرة، وتصل إلى حالة الاستقارا عن طريق التحلل. تبين المربعات البرتقالية النظائر المشعة التي تتحلل طبقا تحلل بيتا(+) والمربعات الزرقاء النظائر المشعة التي تتحلل طبقا تحلل بيتا(-)، وأما المربعات الصفراء فتشغلها نظائر تتحلل بتحلل ألفا. ويلاحظ أن تحلل ألفا من خواص العناصر الثقيلة مثل اليورانيوم وغيره. [14]

ويلاحظ ما يلي:

¤ يمثل الخط النظري موقع النظائر المستقرة حيت يتساوى عدد البروتونات وعدد النيوترونات في نواة الذرة. وهو يبين أن النظائر التي تحتوي على أكثر من ٢٠ بروتون تحتاج إلى عدد أكبر من النيوترونات لكي تكون مستقرة.

¤ تحتاج النظائر ذات عدد من البروتونات أكثر من ٢٠ بروتون إلى عدد أكبر من النيوترونات بسبب زيادة التنافر بين أعداد متزايدة من البروتونات، وهي موجبة الشحنة. فتعمل النيوترونات الموجودة في النواة على تخفيف حدة ذلك التنافر. والقوة التي تتحكم في ربط النيوكليونات في النواة تسمى تآثر قوي.

¤ لا توجد في الطبيعة نظائر تتعدي عنصر اليورانيوم ويحتوي اليورانيوم على ٩٢ بروتون. وضلك بسبب التنافر الشديد بين البروتونات. ولكي يكون اليورانيوم-٢٣٨ مستقرا نوعا ما (عمر النصف نحو ٥ و٤ مليار سنة) فهو يحتوي إلى جانب ٩٢ بروتون على ١٤٦ من نيوترونات. وهو يتحلل طبقا ل تحلل ألفا.

¤ جميع النظائر التي تتعدى اليورانيوم في جدول النظائر تحضر صناعيا بواسطة المفاعلات النووية أو معجلات الجسيمات، وهي جميعها تتحلل بالنشاط الإشعاعي.

(5-5)الوفرة الطبيعيه :

الوفرة الطبيعية مصطلح يشير لانتشار نظائر العناصر الكيميائية في الطبيعة. متوسط وزن (حسب التواجد الطبيعي) الكتلة لهذه النظائر هو الوزن الذري الموجود في الجدول الدوري. ونسبة تواجد العناصر تختلف من كوكب لآخر. وترجع النسبة المئوية للوفرة الطبيعية إلى نسب التواجد معبرا عنها كنسبة مئوية، والتي توجد بها نظائر العنصر في المصادر الطبيعية

وكمثال على ذلك، واليورانيوم من ثلاثة نظائر طبيعية: U٢٣٥ وU٢٣٤. كل منها وفرة الخلد جزء هي ٩٩،٢٧٣٩-٩٩،٢٧٥٢٪، ٠،٧١٩٨-٠،٧٢٠٢٪، ٠،٠٠٥٠-٠،٠٠٥٩٪. على سبيل المثال، إذا تم تحليلها ١٠٠٠٠٠ ذرات اليورانيوم، يتوقع المرء أن يجد ما يقرب من ٧٢٠ U٢٣٥ الذرات، عدد قليل جدا من ذرات U٢٣٤. بالضبط لأن نظائر اليورانيوم المختلفة لديها مختلفة نصف العمر، عندما كانت الأرض أصغر سنا، وتكوين النظائر من اليورانيوم مختلف. ومن المعروف الآن من دراسة النيازك البدائية أن النظام الشمسي كان في البداية متجانسة تقريبا في تركيبة النظائر. وهناك أيضا أدلة للحقن النظائر قصيرة الأجل من انفجار قريب التي قد تسبب انهيار السديم الشمسي. وبالتالي غالبا ما يتم قياس الانحرافات من وفرة الطبيعية على الأرض في أجزاء في الألف لأنها أقل من واحد في المئة. استثناء واحد لهذا تقع على عاتق حبيبات قبل شمسية موجودة في النيازك البدائية. هذه غالبا ما تحمل توقيع النووي من عمليات الاصطناع النووي المحددة التي قدمت عناصرها. في هذه المواد والانحرافات من "وفرة الطبيعية" يتم قياس أحيانا في العوامل ١٠٠. وفرة العناصر الكيميائية بيركلي النظائر مشروع التفاعلية الجدول

العلمي الصك خدمات أدوات قائمة لحساب المنخفضة والعالية الدقة توزيع النظائر[21]

(6-5)معدل الكتلة الذرية (الكتلة الذرية المتوسطة):

الكتله ذرية المتوسطه : هي النسبه بين كتله ذرة العنصر الى١٢/١ من كتلة ذره الكاربون ١٢-

معدل الكتلة الذرية المتوسطه : هو معدل الكتلالذرية لنظائر العنصر حسب نسبه وجودها في الطبيعه

$$\text{معدل الكتلة الذرية} = \frac{(\text{كتله النظير ١} \times \text{نسبه وجوده}) + (\text{كتله النظير ٢} \times \text{نسبه وجوده}) + \ldots}{\text{مجموع نسبة الوجود}}$$

ت	فئة العنصر	العنصر	نظائر العنصر	الكتلة الذرية	نسبة الوجود
		Tiثاليوم	Ti^{46}	45.95amu	8%
			Ti^{47}	46.95amu	7.3%
			Ti^{48}	47.95amu	73.8%
			Ti^{49}	48.95amu	5.5%
			Ti^{50}	49.94amu	5.4%
		Agالفضة	Ag^{107}	106.905amu	51.8%
			Ag^{109}	108.905amu	48.2%
			Ni^{20}	19.992amu	90.48%
			Ni^{21}	20.994amu	0.27%

9.25%	21.991amu	Ni^{22}	Niالنيكل	العناصر الثقيلة	1
4.3%	49.95amu	Cr^{50}	Crالكروم		
83.8%	51.94amu	Cr^{52}			
9.6%	52.95amu	Cr^{53}			
2.3%	53.95amu	Cr^{54}			
78.99%	23.98amu	Mg^{24}	Mgالمغنسيوم	العناصر المتوسطة	2
10%	24.98amu	Mg^{25}			
11%	25.98amu	Mg^{26}			
95.02%	31.97amu	S^{32}	Sالكبريت		
0.75%	32.96amu	S^{33}			
4.21%	33.96amu	S^{34}			
0.02%	35.96amu	S^{36}			
92.23%	27.97amu	Si^{28}	Siالسليكون		
4.67%	28.97amu	Si^{29}			
3.1%	29.97amu	Si^{30}			
48.2%	63.92amu	Zn^{64}	Znالزنك		
27.9%	65.92amu	Zn^{66}			
2.1%	66.92amu	Zn^{67}			
19%	67.92amu	Zn^{68}			
3%	69.92amu	Zn^{70}	Znالزنك	العناصر المتوسطة	2
93.6%	38.96amu	K^{39}	Kالبوتاسيوم		
6.4%	40.96amu	K^{41}			
96.94%	39.96amu	Ca^{40}	Caالكالسيوم		
0.67%	41.95amu	Ca^{42}			
0.13%	42.95amu	Ca^{43}			
2.08%	43.95amu	Ca^{44}			

0.18%	47.95amu	Ca^{48}		العناصر الخفيفة	3
98.9%	12.01amu	C^{12}	Cالكاربون		
1.1%	13.0035amu	C^{13}			
ضئيل جداً	14.0032amu	C^{14}			
75.77%	34.92amu	Cl^{35}	Clالكلور		
ضئيل جدا	35.92amu	Cl^{36}			
24.23%	36.92amu	Cl^{37}			

نستفد من الجدول السابق في يجاد معدل الكتل لمجموعة من العناصر الثقيلة والمتوسطة والخفيفة .

الحسابات :

(١)-بالنسبة لعنصر الثاليوم Tiخمس نظائر في الطبيعة هي على التوالي Ti-٤٦وTi-٤٧و

Ti-٤٨وTi-٤٩وTi-٥٠من الجدول السابق كتل الذرية لنظائر على التوالي ٤٥,٩٥ amu, ٤٦,٩٥amu, ٤٧,٩٥ amu, ٤٨,٩٥amu, ٤٩,٩٥amuونسب وجودها على التوالي هي

٨%، ٧,٣%، ٥,٤%،٥,٥%،٧٣,٨% احسب معدل الكتلة؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلةالاول ×نسبة وجودة)+(كتلة الثاني ×نسبة وجودة)+.....

=(٤٥,٩٥×٠,٠٨)+(٤٦,٩٥×٠,٠٧٣)+(٤٧,٩٥×٠,٧٣٨)+

(٤٩,٩٥×٠,٠٥٤)+(٤٨,٩٥×٠,٠٥٥)

=٢,٦٩٦+٢,٦٩٢+٣٥,٣٨+٣,٤٢+٣,٦٧٦

=٤٧,٨٧

(٢)-بالنسبة لعنصر الفضة نظيرين في الطبيعة هما ١٠٧-Agو١٠٩Agوكتل على التوالي هي ١٠٦,٩٠٥ amu, ١٠٨,٩٠٥amuونسب وجود النظيرين هي ٥١,٨% و٤٨,٢% احسب معدل الكتلة؟

الحل /

معدل الكتلة =(كتلة الاول ×نسبة وجودة)+(كتلة الثاني ×نسبة وجودة)

=(١٠٦,٩٠٥×٠,٥١٨)+(١٠٨,٩٠٥×٠,٤٨٢)

=٥٢,٤٩+٥٥,٣٧

=١٠٧,٨٦

(٣)-بالنسبة لعنصر النيكل ثلاث نظائر في الطبيعة هي٢٢-Ni,٢١-Ni,٢٠-Ni

وكتل الذرية هي ٢١,٩٩amu,٢٠,٩٩amu,١٩,٩٩amuونسب وجودها هي ٩,٢٥%،٠,٢٧%،٩٠,٤٨% احسب معدل الكتلة؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلة الاول×نسبة وجودة)+(كتلة الثاني×نسبة وجودة)+.....

=(١٩,٩٩×٠,٩٠٤٨)+(٢٠,٩٩×٠,٠٠٢٧)+(٢١,٩٩×٠,٠٩٢٥)

=٢,٠٣+٠,٠٥٦٦+١٨,٠٨٨

=٢٠,١٧

(٤)-بالنسبة لعنصر الكروم اربع نظائر هي ٥٤-Cr,٥٣-Cr,٥٢-Cr,٥٠-Crوكتلها على التوالي هي ٥٣,٩٥amu,٥٢,٩٥amu,٥١,٩٥amu,٤٩,٩٥amuونسب الوجود هي ٢,٣%،٩,٦%،٨٣,٨%،٤,٣% احسب معدل الكتلة؟

الحل /

معدل الكتلة =(كتلة الاول ×نسبة وجودة)+(كتلةالثاني×نسبةوجودة)+.....

=(٤٩,٩٥×٠,٠٤٣)+(٥١,٩٥×٠,٨٣٨)+(٥٢,٩٥×٠,٠٩٦) +

(٥٣,٩٥×٠,٠٢٣)

=١,٢٤+٥,٠٨+٤٣,٥٣+٢,١٤

=٥١,٩٩

(٥)-بالنسبة لعنصر المغنسيوم ثلاث نظائر في الطبيعة هي ٢٦-Mg,٢٥-Mg,٢٤-Mgوكتلها على التوالي هي ٢٥,٩٨amu,٢٤,٩٨amu,٢٣,٩٨amuو نسب وجوها ١١%،١٠%،٧٩% احسب معدل الكتلة؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلة الاول ×نسبةوجودة)+(كتلةالثاني×نسبةوجودة)+.....

=(٢٣,٩٨×٠,٧٩)+(٢٤,٩٨×٠,١)+(٢٥,٩٨×٠,١١)

=١٨,٩٤+٢,٤٩+٢,٨٥

=٢٤,٢

(٦)-بالنسبة لعنصر الكبريت اربع نظائر هي ٣٦-S,٣٤-S,٣٣-S,٣٢-Sوكتلها على التوالي ٣١,٩٧amu,٣٢,٩٧amu,٣٣,٩٦amu,٣٥,٩٦amuونسب الوجود هي على التوالى ٠,٠٢%،٤,٢١%،٠,٧٥%،٩٥,٠٢%احسب معدل الكتلة؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلة الاول ×نسبةوجودة)+(كتلةالثاني×نسبةوجودة)+.....

=(٣١,٩٧×٠,٩٥٠٢)+(٣٢,٩٧×٠,٠٠٧٥)+(٣٣,٩٦×٠,٠٤٢١)

+(٣٥,٩٦×٠,٠٠٠٢)

=٣٠,٣٧+٠,٢٤٧+١,٤٢+٠,٠٠٧١

=٣٢,٠٤

(٧)-بالنسبة لعنصر السليكون ثلاث نظائر في الطبيعة هي ٣٠-Si,٢٩-Si,٢٨-Siوكتلها على التوالي هي٢٩,٩٧amu,٢٨,٩٧amu,٢٧,٩٧amuونسب وجودها على التوالي٣,١%،٤,٦٧%،٩٢,٢٣% احسب معدل الكتلة؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلةالاول×نسبة جودة)+(كتلةالثاني×نسبةوجودة)+.....

=(27.97×0.9223)+(28.97×0.0467)+(29.97×0.031)

=٢٥,٧٩+١,٣٥+٠,٩٢٩

=٢٨,٠٦

(٨)-بالنسبة لعنصر الزنك خمس نظائر هي ٧٠-Zn,٦٨-Zn,٦٧-Zn,٦٦Zn,٦٤-Zn وكتلها على التوالي هي ٦٩,٩٢amu,٦٧,٩٢amu,٦٦,٩٢amu,٦٥,٩٢amu,٦٣,٩٢amu ونسب الوجود هي ٣%،١٩%،٣,١%،٢٧,٩%،٤٨,٢% احسب معدل الكتلة؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلة الاول×نسبة وجودة)+(كتلة الثاني ×نسبةوجودة)+.....

=(0.482×63.92)+(0.279×65.92)+(0.021×66.92)

+(0.19×67.92)+(0.03×69.92)

=١٢,٩+١,٤+١٨,٣٩+٣٠,٨

=٦٣,٥

(٩)-بالنسبة لعنصر البوتاسيوم نظيران في الطبية هما ٤١-K,٣٩-Kوكتلتهما على التوالي ٤٠,٩٦amu,٣٨,٩٦amu ونسب وجودهما ٦,٤%،٩٣,٦%احسب معدل الكتلة ؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلة الاول×نسبةوجودة)+(كتلة الثاني ×نسبة وجودة)

=(0.939×38.96)+(0.064×40.96)

=٣٩,٠٨

(١٠)-بالنسبة لعنصر الكالسيوم خمس نظائر هي٤٨-Ca,٤٤-Ca,٤٣-Ca,٤٢-Ca

٤٠-Ca وكتلها على التوالى ٤٧,٩٥amu,٤٣,٩٥amu,٤٢,٩٥amu,٤١,٩٥amu,٣٩,٩٥amu

ونسب الوجود لها ٠,١٨%،٢,٠٨%،٠,١٣%،٠,٦٧%،٩٦,٩٤%احسب معدل الكتلة ؟

الحل/

معدل الكتفة =(كتلة الاول ×نسبة وجوده)+(كتلة الثاني ×نسبة وجودة)+.....

=(0.9694×39.96)+(0.0067×41.95)+(0.0013×42.95)

+(0.0208×43.95)+(0.0018×47.95)

=٣٨,٧٣+٠,٢٨١+٠,٠٥٥+٠,٩١٤+٠,٠٨٦

=٤٠,٠٦

(١١)-بالنسبة لعنصر الكاربون ثلاث نظائر في الطبيعة ١٤-C,١٣-C,١٢-Cوكتلها على التوالي
١٤,٠٠٣٢amu,١٣,٠٠٣٥amu١٢,٠١amuونسب وجودها على التوالي١,١%،٩٨,٩% اما النظير ١٤-Cفيوجد بنسبة ضئيلة جدا تهمل نسبة وجودة .احسب معدل الكتلة ؟

الحل/

معدل الكتفة =(كتلة الاول×نسبةجودة)+(كتلةالثاني×نسبةجودة)+.....

=(0.989×12.01)+(0.0011×13.0035)

+(0×14.0032)

0+0.143+11.76=

11.9=

(12)-بالنسبة لعنصر الكلور ثلاث نظائر في الطبيعة 37-Cl,36-Cl,35-Clوكتلها على التوالي 36.92amu,35.92amu,4.92amuونسب الوجود على التوالي 24.23%،75.77%واما االنظير 36-Clنسبة وجودة ضئيلة جدا. احسب معدل الكتلة؟

الحل/

معدل الكتلة =(كتلةالاول ×نسبة وجودة)+(كتلةالثاني×نسبةوجوده)+.....

=(0.7577×34.92)+(0×35.92)+(0.2423×36.92)

=8.94+26.45

=35.3

خلاصة:

من خلال هذا البحث استطعنا ان نعرف مخاطر النظائر وكيف الوقاية من مخاطرها وكيفية الاستفادة منها في الحياه اليومية في شتى مجالات الحياة المختلفة، وكذلك وجدنا لكل عنصر اعداد مختلفة من النظائر وكل نظير عمر نصف خاص به وتعرفنا الي انواع النظائر الطبيعية والصناعية والمستقرة والمشعة ، وتطرقنا الى كيفية حساب الكتلة الذرية المتوسطة .

فهرس المصادر:

ت	اسمالمصدر	اسم المالف	الطبعه	سنه الطبع
1	كتاب الكيمياء	لويليم وايت	طبعة الثانية	2005
2	بوابة الفيزياء -الفيزياء الذرية	مارسيل ديكور	طبعة الثالثه	1987
3	أساسيات جيوكيمياء النظائر	كندال كارول	طبعة الأولى	1998
4	أبحاث معهد هاواي	كلارك وفيريتز	طبعة الأولى	1990
5	بوابةالطب -الكيمياء الإشعاعية	باري ياماساكي	طبعة الثانية	2001
6	أساسيات الفيزياء	ف.بوش	طبعة الثالثه	1998
7	بوابة الطب -الفيزياء الذرية	كولمان بوكا	طبعة الأولى	2000
8	مقدمة في الفيزياء النووية	انكا	طبعة الثالثه	2010
9	أساسيات الكيمياء الفيزيائية	أ.د.حسن أحمد شحاتة	طبعة الثالثه	2004
10	مفاهيم الفيزياء الحديثة	د.سامر ابراهيم حسين	طبعة الأولى	2010
11	الفيزياء النووية	د.مناف عبد حسن	طبعة الثانية	2004
12	الكيمياء الفيزياوية	د.مسلم عبد محمد	طبعة الأولى	1998
13	أساسيات الجيولوجيا الفيزيائية	أ.د.محمد احمد حسن	طبعة الثانية	2008
14	مبادئ توزيع النظائر المستقرة	د.كريسس	طبعة الأولى	1999
15	تقنيات نظائر الكاربون	د.كولمان	طبعة الأولى	1987

16	مبادئ النظائر الجيولوجيا	جون وايلي	طبعة الثانية	1986
17	تجزئة النظائر	فوغل	طبعة الثانية	1993
18	النظائر المستقرة	تايلور	طبعة الأولى	1986
19	تقنيات نظائر النيتروجين	ماكدونيل	طبعة الثانية	1993
20	مبادئ جيوكيمياء النظائر	برنتيسس	طبعة الثالثه	2006
21	الكيمياء الجزيئية	د.جون سمث	طبعة الاولى	1990

الفهرس

ت	اسم الموضوع	الصفحة
1	الفصل الأول	1
2	النظائر	2
3	أنواع النظائر و تواجدها	3
4	تجزئة النظائر	6
5	بعض العناصر ونظائرها	8
6	عنصر أحادي النظير	9
7	الفصل الثاني	13
8	الإشعاع	14
9	أنواع الإشعاع	14
10	تحلل النظائر المشعه	17
11	عمر النصف	19
12	معادلة عمر النصف	19
13	قياس عمر النصف اشعاعيا	20
14	الفصل الثالث	26
15	إنتاج النظائر	27

16	مراحل الإنتاج	30
17	فصل النظائر	32
18	جيوكيمياء النظائر	33
19	الفصل الرابع	37
20	الاستخدامات الزراعية لنظائر	38
21	الاستخدامات الصناعية لنظائر	39
22	الاستخدامات الطبية لنظائر	40
23	الاستخدامات العسكرية لنظائر	44
24	الفصل الخامس	47
25	جدول النظائر	48
26	استخدامات جدول النظائر	48
27	النشاط الإشعاعي لجدول النظائر	51
28	أنواع التحلل الإشعاعي لجدول النظائر	53
29	فهرس المصادر	55