جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية/هيت
قسم البيئة

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

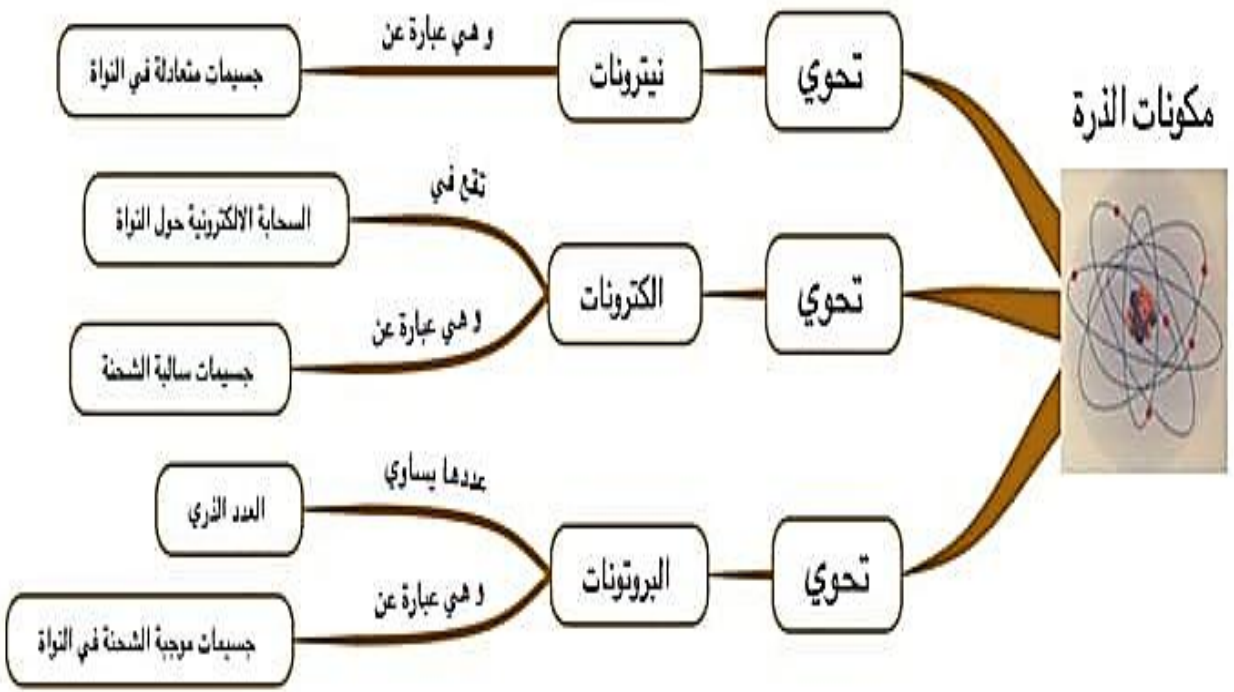
نظائر بيئية

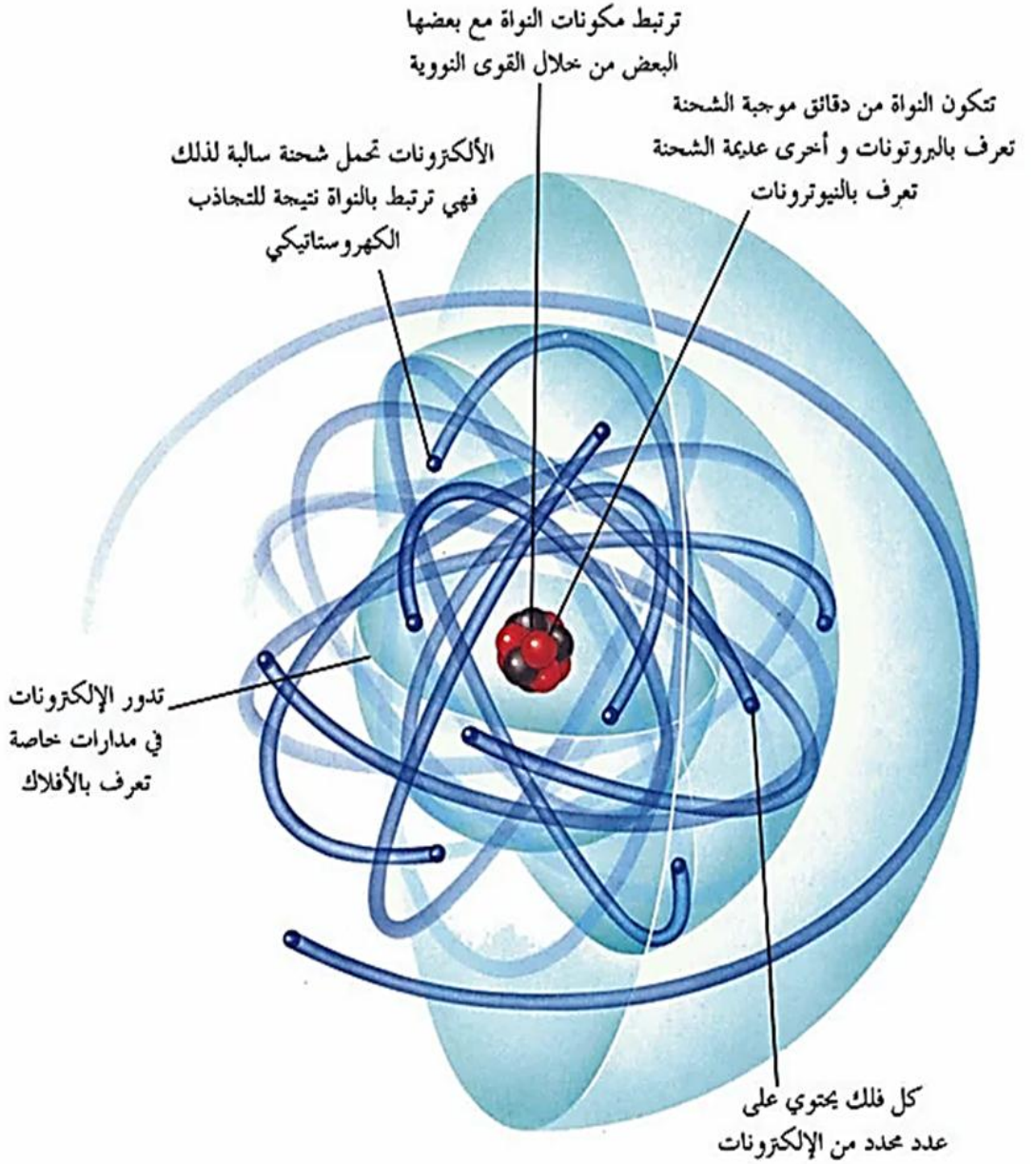
المرحلة الرابعة – المحاضرة الأولى

التركيب الذري والنشاط الأشعاعي

د.نسرين ناظر جميل

التركيب الذري





البروتون proton : جسيم موجب يوجد في النواة شحنته تساوي شحنة الالكترون
النيوترون neutron: جسيم صغير متعادل الشحنة كتلته مقاربة لكتلة البروتون .
الالكترونelectron: جسيم سالب الشحنة يوجد خارج النواة.
العدد الذري(Z) The Atomic Number:هو عدد البروتونات ويكون مساوي لعدد الالكترونات في الذرة المتعادلة وهو يحدد الخصائص الكيميائية للذرة وبالتالي هو صفة مميزة للعنصر .
عدد الكتلة(A) Mass Number:هو مجموع عدد البروتونات والنيترونات الموجودة في نواة ذرة العنصر.

$$\text{Atomic number} = Z = \text{number of protons in the nucleus} = \text{number of electrons}$$

$$\text{Mass number} = A = \text{number of protons} + \text{number of neutrons}$$

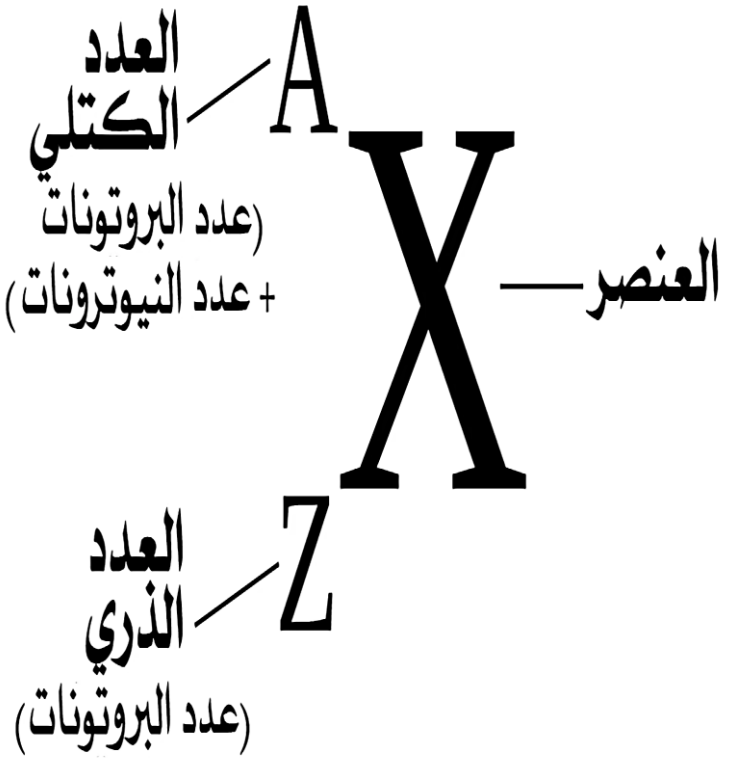
$$\text{Number of neutrons} = A - Z$$

- المادة: كل ما يشغل حيز من الكون وله كتلة.
- الذرة هي الوحدة الأساس في بناء المادة.
- تتكوّنُ المادةُ الواحدةُ من نوعٍ واحدٍ من الذّرّات.

معلومات عن التركيب الذري

- طبقا للنظرية الذرية الحديثة فإن الذرة تتكون من نـواة موجبة الشحنة و من إلكترونـات سالبة الشحنة تدور في أفلاك حول النـواة.
- إن كتلة الإلكترون ضئيلة جدا ، فتتركز كتلة الذرة كلها تقريبا في النـواة ، حيث يتساوى كل من كتلتي البروتون والنيوترون تقريبا.
- ذرة الهيدروجين هي أبسط الذرات و تتكون من بروتون واحد و إلكترون يدور حول النـواة.
- العدد الكتلي لنظائر العنصر الواحد مختلفة ، أما أعدادها الذرية فإنها متساوية.
- يُعرف النظير بوضع عدده الكتلي أعلى يسار رمزه الكيميائي ، و يكتب العدد الذري أسفل يسار الرمز
- تتكون أغلب العناصر من أكثر من نظير.
- تتحدّد الخواص الكيميائية للذرة بترتيب الإلكترونات فيها، و في الذرة المتعادلة يتساوى عدد الإلكترونات مع عدد البروتونات .
- تسمى البروتونات والنيوترونات بالنيوكلونات.
- الترميز النووي : ويقصد به طريقة كتابة العناصر بحيث توضح فيه العدد الذري وعدد الكتلة، حيث يكتب عدد الكتلة اعلى يسار رمز العنصر اما العدد الذري يكتب اسفل يسار رمز العنصر،كما موضح في الشكل ،مثل ذرة الهيليوم : $_{2}^{4}He$

رمز العنصر الكيميائي



الترميز النووي

- تؤثر قوى تجاذب وقوى تنافر على الجسيمات في النواة. تعمل قوى التجاذب على إمساك الجسيمات في النواة. وتعمل قوى التنافر على دفع الجسيمات بعضها عن بعض.

- تترتب الجسيمات في النواة بطريقة معينة بحيث يلاشي بعض هذه القوة بعضها الآخر. فتأثير قوى التنافر يوازنه بالضبط تأثير قوى التجاذب. ونطلق على هذا الاتزان. عندما تكون النواة في حالة اتزان، تكون المسافات بين البروتونات والنيوترونات هي نفسها. عندما تتلاشى القوى، تكون الجسيمات في حالة اتزان. وهذا يعني أنه لا توجد قوة محصلة تؤثر على الجسيمات لكن هذا الاتزان يتحقق بفعل قوى التجاذب والتنافر معًا.

- لو أثرت على الجسيمات قوى تنافر فقط، لما تمكَّنت الجسيمات من تكوين تكتُّل وبدلًا من ذلك، سيبتعد بعضها عن بعض، وستكون المسافة بين كل جسيم والآخر كبيرة جدًّا.أما إن أثرت على الجسيمات قوى تجاذُب فقط، فسيقترب بعضها من بعض بشدة حتى تنهار النواة.

- العنصر: مادة تتكون من ذرات من نوع واحد فقط، هذا يعني أن العنصر يتكون من الذرات فقط، وهي ذرات هذا العنصر.
- لمعرفة العنصر الذي تمثِّله الذرة التي لدينا، علينا معرفة عدد البروتونات في نواة هذه الذرة. إن عدد البروتونات في نواة الذرة يسمى العدد الذري، وكل عنصر له عدد ذري فريد لذا إذا عرَفنا عدد البروتونات في نواة الذرة فسنعرف العنصر الذي تمثِّله هذه الذرة.

- أن عدد النيوترونات في النواة لا يخبرنا بأي شيء عن العنصر الذي تمثِّله الذرة، فيمكن لذرات العنصر نفسه أن تحتوي على أعداد مختلفة من النيوترونات. على سبيل المثال، تحتوي بعض ذرات الفضة على ٦٠ نيوترونًا، لكن بعض ذرات الفضة الأخرى تحتوي على ٦٢ نيوترونًا وعندما تحتوي ذرات العنصر نفسه على أعداد مختلفة من النيوترونات، نقول إن هناك نظائر مختلفة لهذا العنصر.

النوى المستقرة والنوى غير المستقرة

إن استقرار نواة عنصر ما أو عدم استقرارها يكمن في التنافس القائم داخل هذه النواة بين التأثير المتبادل للقوى، المسؤول عن التجاذب بين الجسيمات، والتأثير الكهرومغناطيسي المتبادل، المسؤول عن التنافر بين البروتونات.

إن توازن البروتونات والنيوترونات في النواة هو الذي يحدد ما إذا كانت النواة ستكون مستقرة أو غير مستقرة. يؤدي وجود عدد كبير جدًا من النيوترونات أو البروتونات إلى اضطراب هذا التوازن ، مما يؤدي إلى تعطيل طاقة الارتباط من القوى النووية القوية التي تجعل النواة غير مستقرة. تحاول النواة غير المستقرة تحقيق حالة متوازنة من خلال إعطاء نيوترون أو بروتون ويتم ذلك عن طريق الانحلال الإشعاعي.

ففي حالة نواة تحتوي على عدد كبير من النيوكلونات، فإن أي بروتون فيها يكون خاضعاً للتأثير المتبادل القوي من طرف الجسيمات المجاورة له فقط (هذه القوة تكون كبيرة جدا لكن من أجل مسافات صغيرة جدا)، في حين يخضع لقوى التنافر الكهربائية الساكنة من جميع البروتونات في النواة.

وعليه فالنواة الغير مستقرة هي نواة تحتوي عدد كبير من النيوترونات أو عدد كبير من البروتونات،

النواة المستقرة هي النواة التي تحافظ دائما على تكوينها.

النواة غير المستقرة هي نواة يحدث لها تحول في لحظة ما غير معروفة يؤدي إلى تشكيل نواة جديدة بإصدار إشعاعات. تسمى هذه الظاهرة: النشاط الإشعاعي،و يقال عن النواة الغير مستقرة بأنها نواة مشعة.

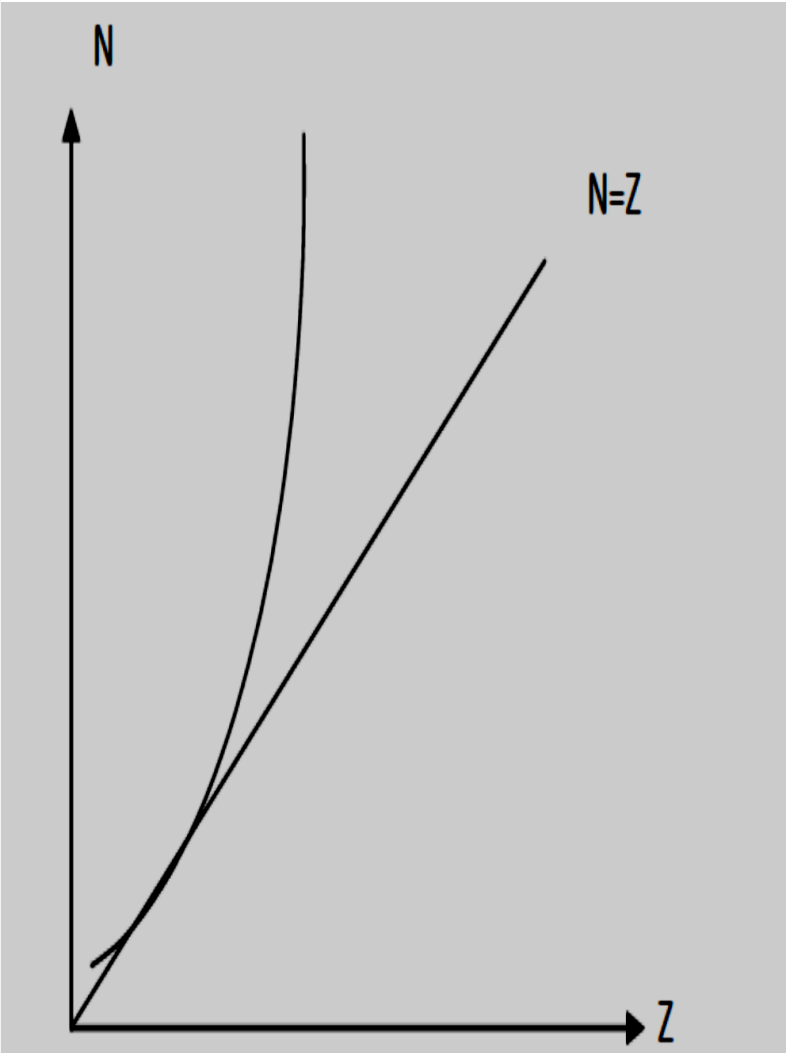
في النوى غير المستقرة ، لا تولد القوى النووية القوية طاقة ربط كافية لتماسك النواة معًا بشكل دائم، النوى غير المستقرة هي مشعة ويشار إليها باسم النوى المشعة وفي حالة نظائرها تسمى النظائر المشعة.

- بازدياد كتلة العنصر تزداد نسبة النيوترونات الى البروتونات، فعندما تكون نسبة النيوترونات الى البروتونات N/Z عالية جدا معناها ان الذرة غنية بالنيوترونات فإنها تحتاج ان تمر بانحلال اشعاعي لأجل ان تقلل نسبة النيوترونات لتصل الى حالة قريبة من قيمة الاستقرار N/Z=1.

- لو تفحصنا قيم Z,N للنوى المستقرة لوجدنا إنها تتغير مع بعضها الأخر حسب ما موضح بالشكل ،والذي يظهر فيه عدد النيترونات في النوى المستقرة يكون مساويا لعدد البروتونات أو أكثر منه، ففي حالة النوى الخفيفة تتجمع النوى على طول الخط النظري الذي يمثل Z=N إما في حالة النوى الثقيلة فيكون تجمع النوى فوق هذا الخط أي إن Z> N في النوى الثقيلة ويرجع ذلك لزيادة أهمية قوة كولوم التنافرية فيها .

- ان الطاقة الرابطة الكلية للنواة لا تعتمد فقط على النسبة بين عدد النيوترونات إلى عدد البروتونات ولكنها تعتمد أيضا فيما أذا كان عدد البروتونات وعدد النيوترونات هو فردي أم زوجي ومن الملاحظ كذلك من الوفرة النظامية للنوى المستقرة إن النوى الزوجية في عدد البروتونات Z والزوجية في عدد النيوترونات Nوالتي تسمى النوى (زوجية – زوجية) اكثر استقرارا من غيرها وبالتالي أكثر وفرة من النوى (فردية – زوجية) أو (زوجية – فردية) أو النوى (فردية – فردية). وهذه النتيجة آتية من طبيعة القوى النووية التي تؤدي إلى ترابط أقوى بين أزواج النيوكليونات المتماثلة الموجودة في نفس الحالة.

- حسب نظرية البروتون – نيوترون فان النوى تتكون من نيوترونات وبروتونات وبما إن البروتونات تمتلك شحنة موجبة فان في هذه الحالة سوف توجد قوى تنافر بين البروتونات تحاول إن تفكك النواة . حتى تبقى النواة في حالة استقرار يجب إن تكون هناك قوى تجاذب بين النيوكليونات داخل النواة .قوة التجاذب الكتلي الموجودة بين النيوكليونات هي قليلة حتى تعادل قوة التنافر . إذن لابد من وجود قوة تجاذب نووية موجودة بين النيوكليونات بحيث تربطهم ببعضهم وتجعل النواة متماسكة ، في بعض الأحيان تسمى القوة النووية بـ (القوى القوية) Force Strong



(مخطط أو منحني النيوترون – بروتون للنوى المستقرة)

النشاط الأشعاعي

أن العناصر إما مستقرة وإما غير مستقرة، وأن ذرات العناصر غير المستقرة تتعرض للانحلال النووي.

عندما يحدث الانحلال، تبعث النواة جسيمات أو موجات كهرومغناطيسية ونطلق على هذه الانبعاثات الإشعاع النووي. ونسمي الذرات غير المستقرة ذرات مشعة؛ لأنها تُنتج إشعاعًا نوويًّا عند انحلالها.

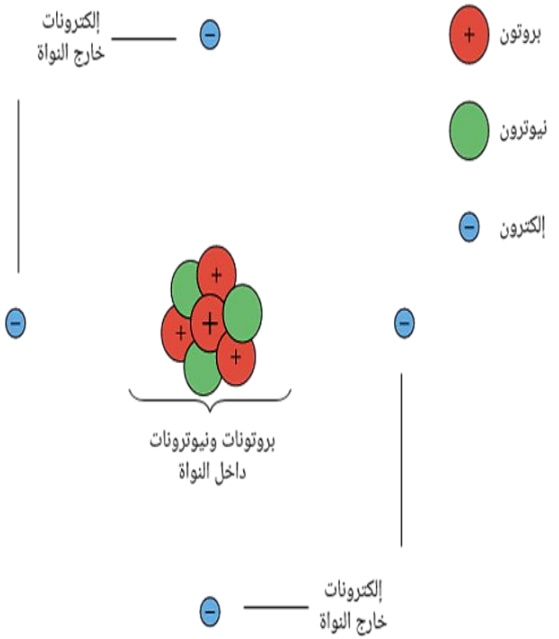
النشاط الإشعاعي هو خاصية لبعض الذرات الغير المستقرة (النويدات المشعة) لإصدار إشعاع نووي تلقائيًا ، وعادة ما تكون جسيمات ألفا أو جسيمات بيتا مصحوبة غالبًا بأشعة جاما. ينبعث هذا الإشعاع عندما تتعرض النواة للانحلال الإشعاعي ويتم تحويلها إلى نظير مختلف قد يكون ، وفقًا لعدد النيوترونات والبروتونات ، إما مشعًا (غير مستقر) أو غير مشع (مستقر). وعادة ما تكون هذه النواة "الابنة" من عنصر كيميائي مختلف عن النظير الأصلي.

ما الذي يجعل الذرات مشعة؟

الذرات الموجودة في الطبيعة إما مستقرة أو غير مستقرة. الذرة غير مستقرة (مشعة) إذا كانت هذه القوى غير متوازنة ؛ إذا كانت النواة بها فائض من الطاقة الداخلية. قد ينتج عدم استقرار نواة الذرة عن زيادة النيوترونات أو البروتونات. ستحاول الذرة المشعة الوصول إلى الاستقرار عن طريق إخراج النيوكليونات (البروتونات أو النيوترونات) ، وكذلك الجسيمات الأخرى ، أو عن طريق إطلاق الطاقة في أشكال أخرى.

ماذا يحدث للذرات بعد أن تطلق الإشعاع؟

عندما تصدر النواة إشعاعًا أو تتفكك ، تتحول الذرة المشعة (النويدات المشعة) إلى نوكليدة مختلفة. هذه العملية تسمى الانحلال الإشعاعي، سيستمر حتى تتوازن القوى في النواة. على سبيل المثال ، عندما تتحلل النويدات المشعة ، فإنها ستصبح نظيرًا مختلفًا لنفس العنصر إذا أعطت النيوترونات أو عنصرًا مختلفًا تمامًا إذا أطلق البروتونات. سلسلة التحولات التي تمر بها النويدات المشعة للوصول إلى الاستقرار ونوع الإشعاع الناتج هو سمة من سمات النويدات المشعة. تشكل مراحل الانحلال سلسلة تسمى سلسلة الانحلال.



بعض الذرات مستقرة، وهذا يعني أن نواتها ستتغير فقط إذا حدث شيء من خارج النواة أدى إلى تغييرها.وبعض الذرات غير مستقرة، وهذا يعني أن نواتها يمكن أن تتغير، حتى إذا لم يتسبب أي شيء خارج النواة في تغييرها. لا يمكننا إحداث هذا التغيير، ولا يمكننا التنبؤ بتوقيت حدوثه. لذا، نطلق على هذه التغيرات أنها تغيرات تلقائية.

ما هو الفرق بين النشاط الإشعاعي والإشعاع؟

الإشعاع هو الطاقة أو الجزيئات التي يتم إطلاقها أثناء التحلل الإشعاعي. يشير النشاط الإشعاعي للمادة إلى المعدل الذي تصدر به الإشعاع.

يتم تحديد نشاط عينة من المواد المشعة عن طريق قياس عدد التفككات لكل وحدة زمنية. يحدث التفكك في كل مرة تقذف فيها النواة جزيئات أو طاقة. يتم قياس النشاط بوحدة تسمى بيكريل - ١ بيكريل يعادل تفككًا واحدًا في الثانية.

هل كل الإشعاع النووي متماثل؟

الإشعاع الذي ينبعث تلقائيًا من نوى النظائر غير المستقرة (النويدات المشعة) أثناء تعرض النوى للاضمحلال الإشعاعي هو بشكل عام إشعاع ألفا أو بيتا أو جاما. يمكن إنتاج إشعاع مماثل بشكل مصطنع في مسرعات الجسيمات أو مولدات الأشعة السينية. التسمية معقدة لأن الإشعاع غالبًا ما يتم تسميته وفقًا لمصدره ، حتى عندما يتطابق مع الإشعاع المماثل القادم من مصادر أخرى. على سبيل المثال ، يطلق على الإشعاع الكهرومغناطيسي عالي الطاقة (الفوتونات) القادمة من الإلكترونات الذرية أشعة سينية بينما تسمى الفوتونات المماثلة القادمة من داخل النواة بأشعة جاما.

تتصف هذه الظاهرة بانها عشوائية وذاتية .عشوائية لان عدد النوى المنحلة في وحدة الزمن ليس ثابتاً وذاتية لانه لايمكن التاثير عليها بأي مؤثر خارجي ولا بحالة المادة صلبة ا

و سائلة او غازية نقية او مركبة حتى ان تحلل نواة ما ليس له علاقة بتحلل نوى اخرى مجاورة.

ان النواة التي لها القابلية على بعث اي نوع من الاشعاعات تسمى النواة الأم Parent nucleus وتسمى النواة الكبيرة التي تبقى بعد الاشعاع بالنواة الوليدة Daughter nucleus . ان ابسط حالات الانحلال تكون في حالة كون النواة الوليدة مستقرة اما اذ كانت غير مستقرة فانه سوف يتكون ما يسمى سلسلة من الانحلال الاشعاعي Radioactive decay chain.

النظائر ISOTOPES

الذرات التي لها نفس عدد البروتونات لكن يختلف عدد النيوترونات فيها يُطلَق عليها **النظائر**، وهي تتمتع بالخصائص الكيميائية نفسها تقريباً لكنها تختلف في الخواص الكتلية والفيزيائية.

أنواع النظائر

١. **النظائر المستقرة:** هي النظائر المستقرة التي لا تنبعث منها إشعاعات. يحتوي العناصر الثمانون الأولى من الجدول الدوري على نظائر مستقرة طبيعية المنشأ، وتمكّنها خصائها الفريدة من أن تُستخدم في فهم وإدارة التربة والمياه، والدراسات البيئية، ودراسات تقييم التغذية والتحليل الجنائي.

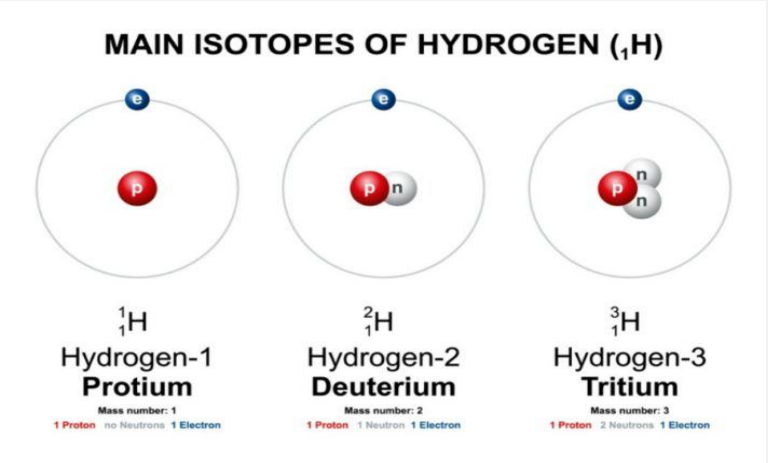
وتُستخدم النظائر المستقرة الطبيعية المنشأ، مثل نظائر الهيدروجين، في قياس كمياتها ونسبها في عينات المياه لتحديد عمر المياه ومنشأها، وفهم تاريخها ومعرفة مصادرها. وتُعرف هذه العملية بالهيدرولوجيا النظيرية.

٢. **النظائر غير المستقرة(النظائر المشعة):**النظائر المشعة هي الشكل غير المستقر للعنصر والتي ينبعث منها الإشعاع ليتحول إلى شكل أكثر استقراراً. والإشعاع قابل للاقتفاء بسهولة ويمكن أن يحدث تغيرات في المادة التي يقع عليها. وهذه السمات الخاصة تجعل النظائر المشعة مفيدة في الطب والصناعة وغيرها من المجالات.

ومن بين العناصر المدرجة في الجدول الدوري البالغ عددها ١١٧ عنصراً، لا يوجد سوى ٩٤ عنصراً طبيعياً، في حين أن هناك ٢٥٤ نظير مستقر، وأكثر من ٣٠٠٠ نظير مشع معروف، فإنه لا يرى في الطبيعة منها إلا حوالي ٨٤ نظير مشع. ويتسم الإشعاع المنبعث بالحيوية ويمكن أن يكون من أنواع مختلفة، في معظم الأحيان ألفا وبيتا وغاما.

وتنتج معظم النظائر المشعة بصورة مصطنعة في مفاعلات ومعجلات البحوث عن طريق تعريض مادة مستهدفة إلى "جزيئات شديدة" مثل النيوترونات أو البروتونات، تليها عمليات كيميائية مختلفة لتحويلها إلى الشكل الكيميائي المطلوب.

ويمكن أن يكون للمادة الواحدة أكثر من نظير. وللنظير الخواص الكيمائية نفسها التي للعنصر الأصلي، وذلك لأن المساهم في التفاعلات الكيمائية للمواد هي الإلكترونات، وهذه لها الترتيبات والعدد نفسهما في المادة ونظرائها، ومن ثم فلا اختلاف كيميائي. ولكن هناك اختلاف فيزيائي. فذرة النظير أثقل من ذرة المادة الأصلية بسبب الزيادة في عدد النيوترونات، وهذا يعني بطئاً في الحركة والتفاعلات.



وبعض النظائر تتفكك مع الزمن متحولة إلى مواد أخرى ومصدرة لحزم من الجسيمات مثل الإلكترونات والبروتونات والنيترونات وغيرها، وكذلك للطاقة الكهرومغناطيسية، وهذا كله يوضع تحت اسم: إشعاعات. بعض التفككات قد تكون سريعة وبعضها الآخر قد تستغرق مليارات السنين. فنظير اليورانيوم ٢٣٨ يبقى مشعاً لنحو ٤.٥ مليار من السنين، أما اليورانيوم ٢٣٥ فيستمر في الإشعاع لنحو ٧٠٣ مليون سنة.

كل المواد التي تحتوي على ٨٣ بروتوناً أو أقل لها نظير واحد على الأقل مستقر، أي ثابت لا يتبدل مع الزمن. أما المواد التي تتضمن أكثر من ٨٣ بروتوناً فكل نظائرها غير مستقرة، أي تصدر عنها **إشعاعات** تسبب تغيرها مع الزمن. للنظائر المشعّة فوائد ومضار، بعض المضار نتيجة التعرض للإشعاعات الصادرة عنها، بعض هذه الإشعاعات قوية جداً يمكنها أن تخترق جداراً من الإسمنت بسماكة متر واحد. وهناك بعض الفوائد للإشعاعات خاصة تلك المتحكم بها في الطب مثلاً.

النظائر البيئية

النظائر البيئية هي مجموعة فرعية من النظائر المشعة، سواء كانت مستقرة أو مشعة، والتي هي جزء من جيوكيمياء النظائر. تُستخدم أساسًا كأدوات استشفاف لمعرفة كيفية تحرك الأشياء حولها داخل نظام الغلاف الجوي المحيطي، وداخل المناطق الأحيائية الأرضية، وداخل سطح الأرض، وبين هذه المجالات الواسعة. ومن أهم النظائر المستخدمة في ذلك نظائر الأوكسجين والهيدروجين.

جيوكيمياء النظائر هي فرع من فروع علم الكيمياء الجيولوجية الهدف منها دراسة التفاوت الطبيعي في الوفرة النسبية للنظائر للعناصر المختلفة. يمكن أن يقاس مدى التفاوت في وفرة النظائر باستخدام تقنية مطيافية تسمى كتلة نسبة النظائر، حيث يمكن أن يؤدي ذلك إلى معرفة عمر وأصل الصخور على سبيل المثال.

تلعب الجيوكيمياء النظائريّة أحد أهم الأدوار الرئيسية في علم الجيوكيمياء، وأحد أهم الوظائف التي يُناط به هذا الفرع من الجيو كيمياء هو تحسين وتطوير وحتى دراسة تركيز وخصائص بعض أنواع النظائر الكيميائيّة التي تلعب دورًا هامًا في العلوم الأخرى. بإمكاننا وبمساعدة مبادئ الجيوكيمياء التي تفرض وجود علاقةٌ طرديّةٌ بين نسبة عنصر الأوكسجين-١٦ ونظيره الأوكسجين-١٨، في مركب كاربونات الكالسيوم التي تطرحها جميع الكائنات البحريّة في الماء (حتى تلك التي تحوّلت إلى مستحاثّاتٍ مُنذ زمنٍ طويل)، بين تلك النسبة ودرجة حرارة المحيطات التي تعيش بها، بمساعدة هذه الفرضيّة بإمكاننا، بعد التحديد الدقيق للنسبة بين عنصر الأوكسجين ونظيره، أن نحدد درجة حرارة المحيط بدقّة قبل آلاف السنين.

إن استخدم تقنيات النظائر المشعة في الكشف عن مصادر المياه الجوفية تعتبرمن احدث التقانات العلمية المستخدمة في القرن الحالي ومن ابرز النظائر المستخدمة نظائر الأكسجين والهيدروجين والكربون والنيتروجين لكونها من العناصر الأساسية في النظام الهيدرولوجي والجيولوجي والبيولوجي حيث تعمل النظائر المستقرة لهذه العناصر ككاشف للماء والكربون والنيترات .

مصدر النظائر في الطبيعة

تعتبر مياه المحيطات هي المياه القياسية الوحيدة المناسبة لقياس كمية النظائر المستقرة لأية مياه في العالم وذلك لكون المياه متجانسة لحد كبير وكذلك لاحتوائها على كمية ثابتة من عنصري الأكسجين والهيدروجين .

هل الانحلال الإشعاعي هو نفسه التحول الكيميائي؟
وضح إجابتك

جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية/هيت
قسم البيئة

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

نظائر بيئية

المرحلة الرابعة – المحاضرة الثانية

التركيب الذري والنشاط الأشعاعي

د.نسرين ناظر جميل

ما الفرق بين النظائر Isotopes والأيزوبارات Isobars والأيزوتونات Isotones؟

النظائر Isotopes

هي ذرات للعنصر نفسه تتفق فى عددها الذري وتختلف في عددها الكتلي (Aلأن أنوية الذرات تحتوي على نفس العدد من البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات فى النواة).

- مثال: $^{16}O_8$, $^{17}O_8$, $^{18}O_8$
-

الأيزوبارات Isobars

- هي أنوية ذرات عناصر مختلفة لها نفس عدد الكتلة (A) ولكنها تختلف في العدد الذري (Z)
- مثال: $^{40}Ar_{18}$, $^{40}K_{19}$, $^{40}Ca_{20}$

الأيزوتونات Isotones

- هي أنوية ذرات عناصر مختلفة لها نفس عدد النيوترونات ، ولكنها تختلف في عدد الكتلة (A)
- مثال: $^{14}C_6$, $^{15}N_7$, $^{16}O_8$

Isotopes	Isobars	Isotones
Same Atomic Number	Same Atomic mass number	Same number of Neutrons
Number of protons & electrons are same. Neutrons only differ	All neutrons, protons, and electrons differ	Number of neutrons are same . Number of electrons & Proton differ
Iso means Same, P stands for Protons	Iso means same, Baros means weight	Iso means same, N means Neutrons

الإشعاع

الإشعاع هو طاقة تطلق في شكل موجات أو جسيمات صغيرة من مادة ما، وله أشكال عديدة مثل أشعة الشمس وأشعة الضوء والأشعة السينية وأشعة غاما والإشعاع الصادر من المفاعلات النووية والضوء بحد ذاته إشعاع يطلقه الإلكترون المرتبط في ذرة، يترافق احياناً مع تحول النواة الذرية الى عنصر اخر يكون اكثر استقراراً.

هو خاصية تتمتع بها بعض العناصر مثل اليورانيوم او النظائر مثل الكاربون ١٤ تتمثل باطلاق تلقائي لجسيمات نشطة مثل الالكترونات او الفا او اشعاعات نتيجة تفكك نواتها الذرية، اي انه انبعاث طاقة نتيجة للتلاشي النووي للمادة أو عملية انتاج طاقة اشعاعية كنتيجة مباشرة للانحلال الذري.

النشاط الإشعاعي الطبيعي لمادة ما هو تلقائي وعشوائي ينتج عن عدم استقرار النواة ويرافقه:

- ظهور نواة جديدة مستقرة أو غير مستقرة.
- انبعاث الجسيمات: α أو β (β^- أو β^+)
- انبعاث الإشعاع الكهرومغناطيسي (γ)

المادة النشطة اشعاعياً

هي المادة غير مستقرة ذرياً او التي تحتوي على ذرات غير مستقرة فتطلق كميات معينة من الطاقة نتيجة عدم توازنها الذري.

تركيب الإشعاع

يتضمَّن الإشعاع المنبعث من اضمحلال النوى الذرية غير المستقرة جسيمات وموجات كهرومغناطيسية. يتوقف التركيب الدقيق للإشعاع النووي المنبعث في أثناء الاضمحلال النووي على نوع الاضمحلال. يبعث اضمحلال كاما موجات كهرومغناطيسية فقط ويبعث كل من اضمحلال ألفا واضمحلال بيتا جسيمات، إلا أن نوع الجسيمات المنبعثة من كل منهما مختلف. إذن،عامةً، يمكن أن يتضمن الإشعاع النووي جسيمات وموجات كهرومغناطيسية.

بماذا تختلف الاشعاعات عن بعضها ؟

١- قدرة اختراقها للوسط الذي تمر فيه .

٢ - قابلية تأينها لذرات وجزيئات المواد التي تمر خلالها .

٣ - سلوكها في المجالين الكهربائي والمغناطيسي.

مصادر الاشعاع

١. مصادر طبيعية

٢. مصادر صناعية

١. المصادر الطبيعية

- ينبعث الإشعاع النووي الطبيعي من مصادر على الأرض، فالذرات غير المستقرة موجودة في الطبيعة داخل بعض الصخور التي يتكوَّن منها كوكب الأرض وهذه الذرات غير المستقرة داخل الصخور تُوجَد أيضًا في الماء.
- ينبعث الإشعاع النووي الطبيعي من مصادر في الفضاء وهذا يُسمَّى الإشعاع الكوني، بعض الإشعاع الكوني يصل إلى سطح الأرض، تنبعث من الشمس مثلًا كمية كبيرة من الإشعاع النووي.
- معظم الإشعاع النووي الذي يتعرَّض له الناس من مصادر طبيعية.

٢. المصادر الصناعية

مصادر للإشعاع النووي الاصطناعي:

- انفجار الأسلحة النووية.
- حوادث محطات الطاقة النووية.
- عملية التشغيل العادية لمحطات الطاقة النووية.

طرائق التعرض للإشعاعات

طرائق التعرض للإشعاعات

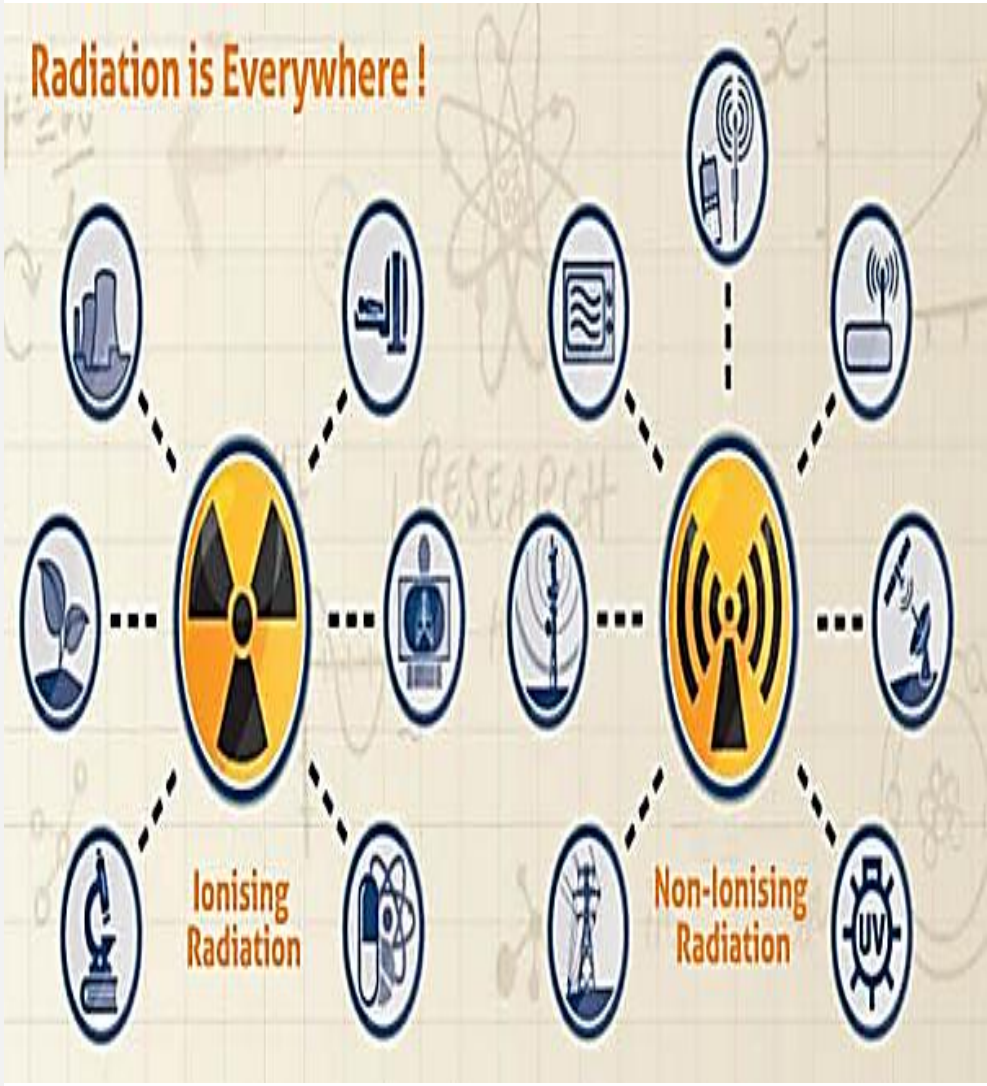
هناك طريقتان يمكن للإنسان أن يتعرض للإشعاعات من خلالهما:

١ - الطريقة المباشرة :-

أن الطريقة المباشرة للتعرض للإشعاعات بالنسبة للإنسان والحيوان هي التعرض الخارجي للمواد المشعة المترسبة على الأرض أو استنشاق المواد المشعة العالقة في الجو.

٢- الطريقة غير المباشرة :-

من خلال تناول الغذاء والماء المحتوي على المواد المشعة، كما تنتقل المواد المشعة المترسبة على التربة إلى أنسجة النباتات عن طريق الجذور أو الامتصاص عن طريق الأوراق من خلال العمليات الايضية التي تجري في الورقة وهكذا يستلم الإنسان جرعة داخلية نتيجة استنشاق المواد المشعة أو عن الجرعة الخارجية نتيجة التعرض المباشر تناول النباتات الملوثة فضلا للمواد المشعة في التربة.



معدل جرعة التعرض الخارجي للإشعاع الناتج من النويدات المشعة يتغير بتغير الموقع الجغرافي ونوع التربة ، وفي تقرير نشر لمنظمة UNCEARعام ١٩٨٨ وجد إن معدل النشاط الإشعاعي النوعي لليورانيوم في التربة هو 40 kg/Bq وقد عد هذا هو التركيزالأمثل (Concentration Optimum)لأن اختلاف محتوى النشاط الإشعاعي في التربة يعود بصورة رئيسة إلى نوع التربة أولا والى تكوينها ثانياً ، وثالثاً الى عمليات النقل الحاصلة فيها لهذا كان هناك اختلاف في تراكيز النويدات المشعة في مختلف أنحاء العالم .

أنواع الاشعاع

يفرق بين الإشعاع على أساس مكوناته وفعالياته (تأينه).

بالنسبة لمكوناته: يقسم الى:

١. **إشعاع جسيمات** ويوجد منها العديد، مثل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا - وجسيمات بيتا منها الإلكترون ومنها البوزيترون كما تسمى بعضها أشعة أيونات، وهذه تكون ذرات فقدت واحدا أو أكثر من إلكتروناتها، كما توجد أشعة نيوترونات.

٢. **الموجات الكهرومغناطيسية** من فوتونات. وينتمي إليها الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء والأشعة ذات طول الموجة القصير تسمى موجات ومنها موجات الراديو أو موجات الرادار، وميكروويف.

٢. بالنسبة لفعاليته (تأينه)

١. **اشعاع مؤين:**هو إشعاع ذو طاقة عالية ينتقل على شكل موجات كهرومغناطيسية أو جسيمات تصطدم مع ذرات الوسط الذي تمر فيه ، و يؤدي ذلك الى تفكك في ذرات الوسط اي خروج الكترون من نواة كل ذرة من الذرات فتتحول الذرات الى جسيمات مشحونة (مؤينة) تدعى ايونات ، لذلك يسمى هذا النوع بالاشعاع المؤين .

٢. اشعاع غير مؤين.

الاشعاع المؤين والغير مؤين

عندما تكون طاقة الإشعاع كافية لتفكك الذرات في الوسط فإن الذرات تتحول إلى ايونات اي جسيمات مشحونة كهربائيا ويسمى الاشعاع المؤين ، ويكون له تأثيرات ضارة على الجسم ، اذا لم يستخدم بشكل مدروس .

و إذا كان الإشعاع لا يحمل طاقة كافية لتفكك ذرات الوسط فإنه يدعى بالأشعاع غير المؤين منها أشعة الضوء والاشعة الكهرومغناطيسية ذات الطاقة المنخفضة (تحت 1ev)، مثل أشعة أو موجات الراديو وأشعة الميكروويف.هذه الأنواع من الأشعة لا تحمل طاقة تستطيع تأيين ذرات الوسط الذي تمر فيه. والاشعاعات غير المؤينة لا تضر بمعظمها على عكس الاشعاعات المؤينة ولا يؤدي هذا الإشعاع الى تأثيرات كبيرة ضارة .

الإشعاع المؤين

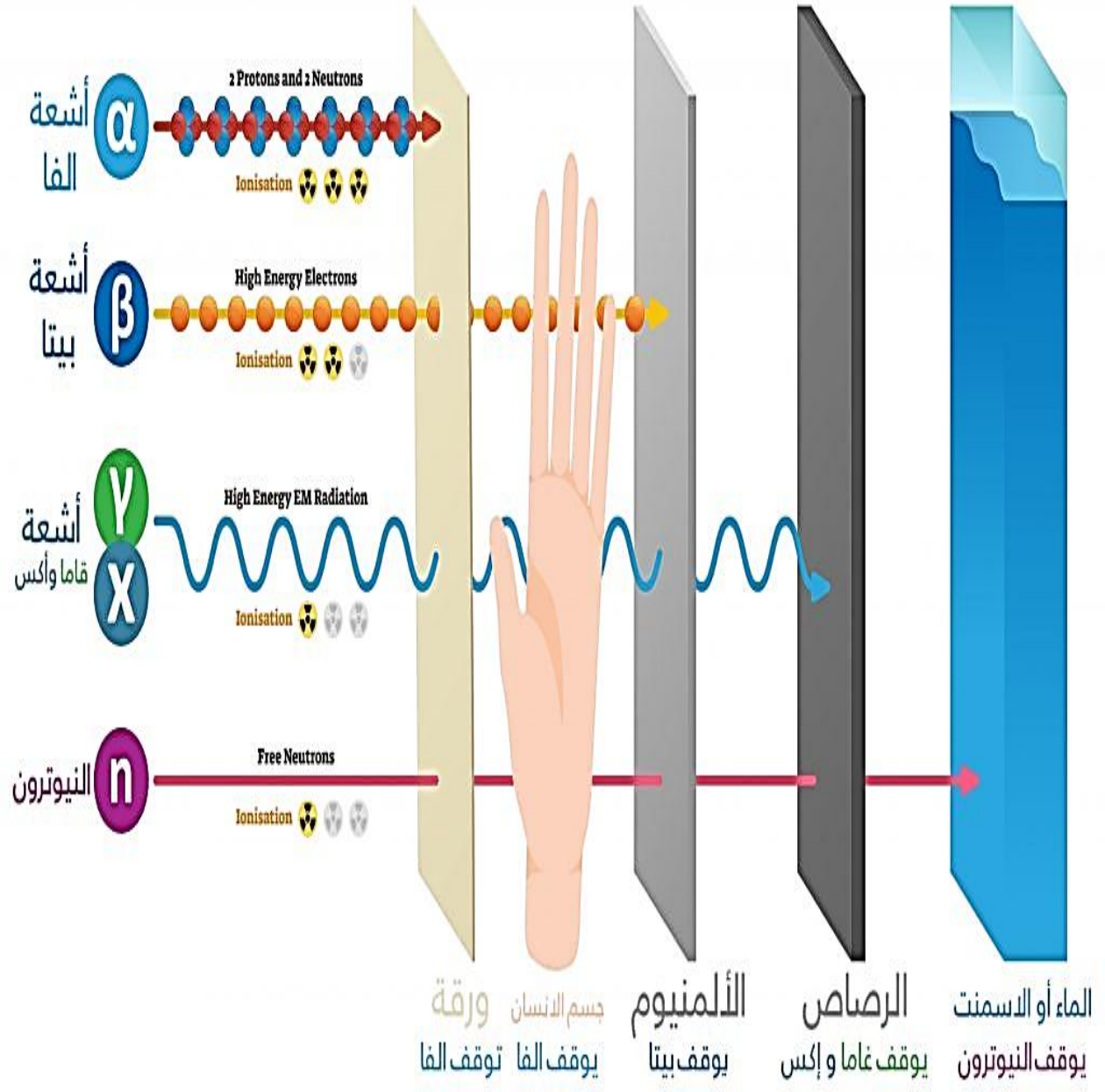
هو إشعاع ذو طاقة عالية ينتقل على شكل موجات كهرومغناطيسية أو جسيمات تصطدم مع ذرات الوسط الذي تمر فيه ، و يؤدي ذلك الى تفكك في ذرات الوسط اي خروج الكترون من نواة كل ذرة من الذرات فتتحول الذرات الى جسيمات مشحونة (مؤينة) تدعى ايونات ، لذلك يسمى هذا النوع بالاشعاع المؤين هذه الأشعة لها القدرة على التفاعل مع المواد محررة الكترونات من جزيئات المادة المتفاعلة معها وتظهر هذه الأشعة نتيجة للتحول التلقائي لبعض ذرات العناصر غير المستقرة إلى الحالة الأكثر استقرارا، ويتم هذا التحول عن طريق التخلص من بعض الجسيمات الزائدة أو فقد جزء من الطاقة المرتفعة التي بها في صورة فوتونات مثل أشعة جاما، والأشعة السينية، أشعة بيتا، أشعة ألفا..إلخ.

الاشعاع المؤين له طاقة عالية وطول موجة قصير ويوجد الاشعاع المؤين في الطبيعة و ايضا يمكن إنتاجه صناعياً . هناك أربعة انواع للاشعاع المؤين وهي : اشعة الفا ، بيتا ، غاما ، وجسيمات النيترونات ، والاشعة السينية .

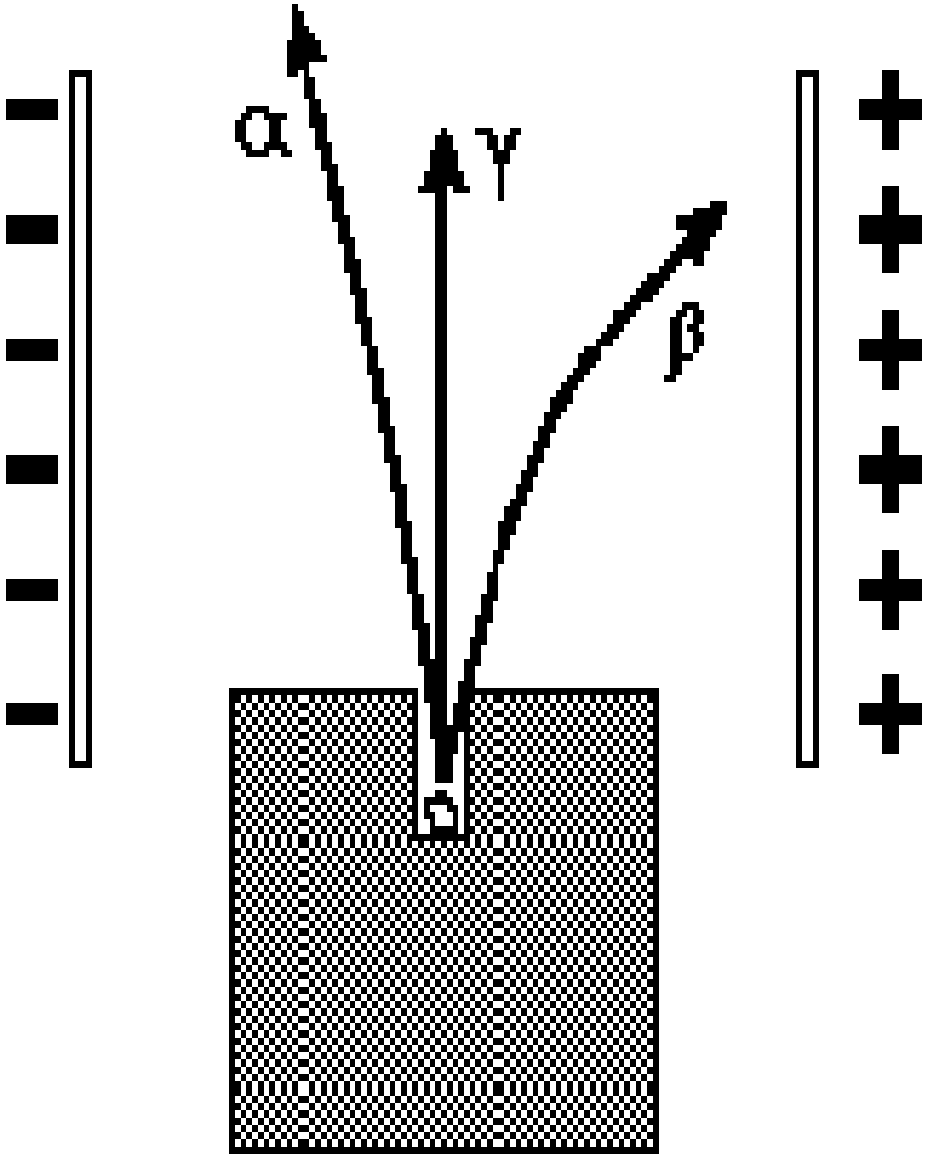
الفرق بين اشعة الفا واشعة بيتا واشعة كاما

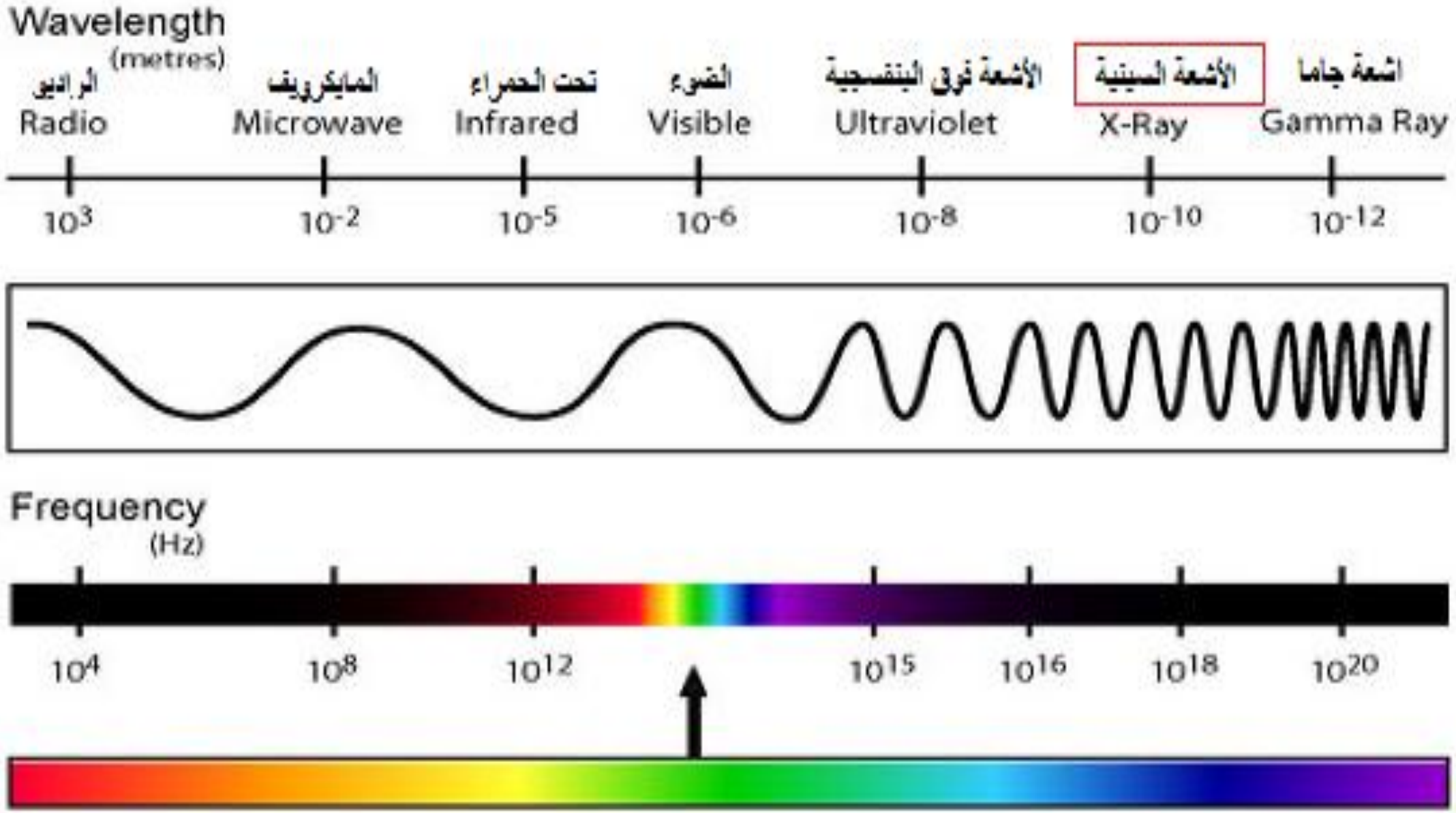
	أشعة ألفا	أشعة بيتا	أشعة جاما
رمز الأشعة	α	β	γ
خصائصها	1. جسيم، عبارة عن نواة ذرة هيليوم.	1. جسيم.	1. أشعة كهرومغناطيسية(فوتون).
	2. شحنتها موجبة 2e+ .	2. جسيمات مشحونة، قد تكون موجبة β+ وقد تكون سالبة β-.	2. ليس لها شحنة أو كتلة.
	3. قصيرة المدى في الهواء .3cm	3. طويلة المدى في الهواء 3m.	3. طويلة المدى جداً في الهواء.
	4. تنحرف نحو الصفيحة السالبة.	4. تنحرف نحو الصفيحة الموجبة	4. لا تنحرف عن مسارها.
سببها	عدد البروتونات أكبر بكثير من عدد النيترونات.	عدد النيترونات أكبر بكثير من عدد لبروتونات.	أن النواة مستثارة (طاقتها عالية).

قابلية الاختراق



السلوك نحو المجال الكهربائي




Wavelength
(metres)
الراديو
Radio
المايكروويف
Microwave
تحت الحمراء
Infrared
الضوء
Visible
الأشعة فوق البنفسجية
Ultraviolet
الأشعة السينية
X-Ray
اشعة جاما
Gamma Ray
10^3
10^-2
10^-5
10^-6
10^-8
10^-10
10^-12
Frequency
(Hz)
10^4
10^8
10^12
10^15
10^16
10^18
10^20

جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية/هيت
قسم البيئة

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

نظائر بيئية

المرحلة الرابعة – المحاضرة الثالثة

قانون الانحلال الاشعاعي

د.نسرين ناظر جميل

قانون الانحلال الاشعاعي

الانحلال او التحلل هو تحول العنصر المشع الى عنصر اخر ابسط او اكثر استقرارا. واذا فرضنا ان عينة مشعة (منحلة) تحتوي على عدد (N) من النوى فأن معدل تحللها خلال فترة زمنية معينة (t) يتناسب مع عدد تلك النوى، اي ان معدل النوى المنحلة لعنصر مشع (dN) والذي يحدث في فترة زمنية (dt) يتناسب طرديا مع عدد النوى الموجودة في المادة الاصلية، اي ان:

$$\frac{-dN}{dt} \alpha N$$

$$dN \alpha -Ndt$$

$$dN= -\lambda Ndt$$

حيث ان λ ثابت التناسب ويسمى **بثابت الانحلال** (decay constant) وهو ثابت لكل نواة لكنه يعتمد على نوع المادة ونوع التحلل ويقاس بوحدات s^{-1} وهو احتمالية انحلال نواة معينة في وحدة الزمن والاشارة السالبة تعني ان كل انحلال يؤدي الى تقليل N فاذا كان عدد النوى الاصلية قبل التحلل هو N فإن:

$$\int_{No}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{0}^{t} dt \longrightarrow \ln\frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$N = N_o e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

وهذا هو **قانون التحلل** حيث ان N_o هو العدد الاصلي للنوى و N هو عدد النوى غير المنحلة .

وعند ضرب طرفي المعادلة (١) في λ نحصل على:

$$N\lambda = \lambda N_o e^{-\lambda t}$$

$$A = A_o e^{-\lambda t}$$

حيث A هي نشاطية او فاعلية (Activity) النظير المشع وهي عملية الانحلال النووي الحادثة في وحدة الزمن او هي:المعدل الزمني لانبعاث الجسيمات من عينة مشعة من النوى، يعبرعنها بوحدة البيكريل Bq .

كفاءة اي عينة اشعاعيا تسمى ايضا كفاءة العينة او نشاط العينة او شدة الاشعاعية للعينة لانها تعتمد على الفترة الزمنية المنقضية منذ متابعة تحلل العينة وهي تساوي عدد الانوية المشعة التي تنحل في الثانية الواحدة

عمر النصف $t_{1/2}$

هو الفترة الزمنية اللازمة لكي تفقد العينة المشعة نصف نشاطها الاصلي او هو:

الزمن اللازم ليصبح عدد النوى غير المنحلة نصف عددها الاصلي وهو من القياسات الشائعة والمعروفة في تحلل العناصر . ويمكن حساب عمر النصف $t_{1/2}$ لعينة نشطة اشعاعيا، فاذا كانت $N=N_2$ و $t_{1/2}$ فأن: $t = t_{1/2} = T$

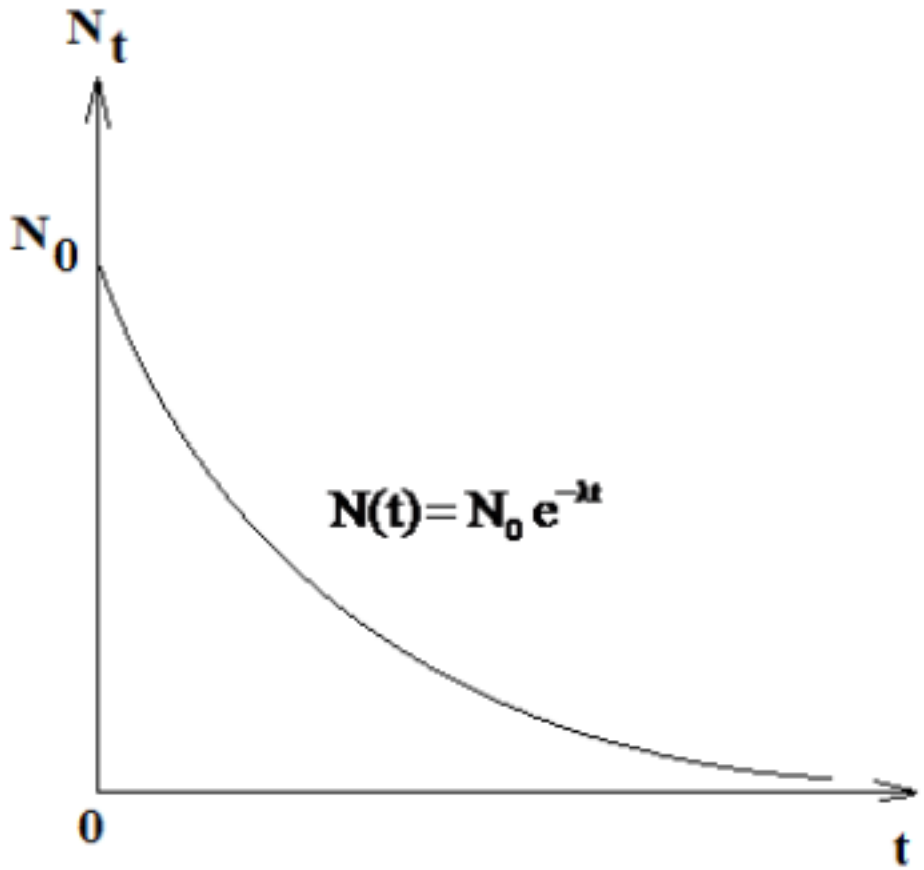
المعادلة (١) يمكن وضعها بالصيغة التالية:

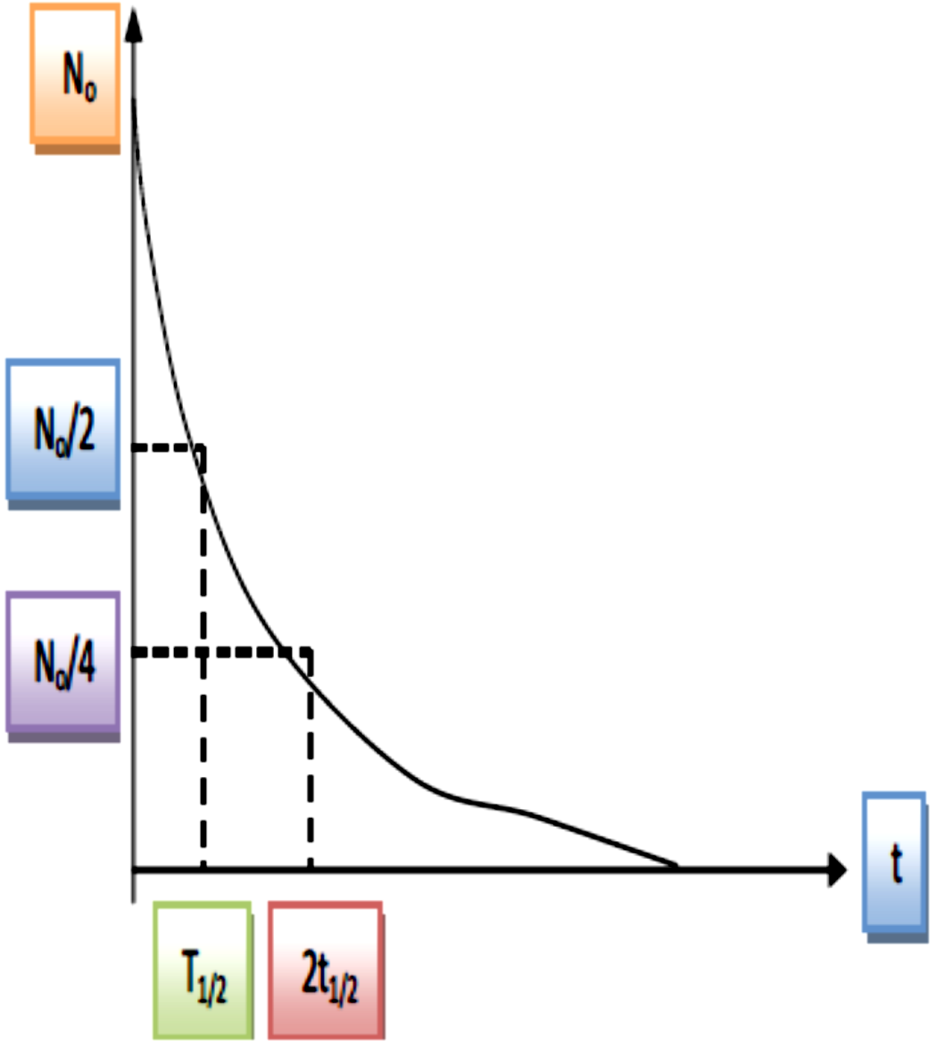
$N_o/2 = N_o\, e^{-\lambda t_{1/2}}$ •

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

$-0.693 = -\lambda t_{1/2}$ •

• $t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$





منحني الانحلال

قانون الانحلال الاشعاعي بدلالة الكتل:

$N = n . N_A$

$n = m/M$

حيث: كتلة العينة :m وعدد المولات :n و عدد أفوكادرو :N_A

$n N_A = n_0 N_A e^{-\lambda t}$

$m/M . N_A = m_0/M N_A e^{-\lambda t}$

$m = m_0 . e^{-\lambda t}$

متوسط عمر العينة المشعة (T) هو عبارة عن مجموع اعمار جميع النويات للعنصر المشع مقسوما على عددها. ويمكن تحديده كالاتي :

$$T = \frac{1}{N_o} \int_0^\infty N_o \, e^{-\lambda t} \, dt$$

$$= \frac{1}{N_o} N_o \left[\frac{e^{-\lambda t}}{-\lambda}\right]$$

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

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{t_{\frac{1}{2}}} \quad , T = \frac{t_{1/2}}{0.693}$$

$$T = 1.443 \, t_{\frac{1}{2}}$$ •

- يتضح ان لدينا ثلاث معاملات ثابتة وهي بمثابة خصائص تميز مادة مشعة من غيرها وهي:

- ثابت الانحلال λ

- فترة عمر النصف $t_{\frac{1}{2}}$

- متوسط عمر العينة T

- وحيث ان هذه المعاملات ثابتة للعينة الواحدة فيمكن معرفة احدهما يؤدي الى معرفة باقي المعاملات .

- والعمر النصفي لا يعتمد على العدد الأصلي للذرات ولا على النشاط الإشعاعي الابتدائي وكل نظير مشع يمتلك عمر نصفي معين .

- أن الأعمار النصفية للعناصر المشعة تتراوح اقل من (10^{-6} sec) إلى أكثر من (10^{9} سنة) كما هو واضح في الجدول الأتي :-

العنصر	عمر النصف
235 Uranium	700000000 سنة
14 Carbon	5730 سنة
226 Radium	1622 سنة
60 Cobalt	5 سنة
131 Iodine	8 أيام
Sodium 24	15 ساعة
212 Polonium	1000000/1 ثانية

مثال ١

أذا كان لديك غرام واحد من من النظير المشع ($^{90}_{38}sr$) الذي ينحل بعمر نصفي (28 سنة) بانبعاث جسيمات بيتا ، احسب : ثابت التحلل – نشاطه الإشعاعي

مثال ٢

احسب فعالية او نشاط غرام واحد من (266_{Ra}) اذا علمت ان نصف العمر له (1620 yr) .

جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية/هيت
قسم البيئة

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

نظائر بيئية

المرحلة الرابعة – المحاضرة الرابعة

قياس النشاط الاشعاعي ووحداته

د.نسرين ناظر جميل

العدد الكلي للنوى المشعة (N_o)

لمعرفة عدد النوى المشعة الاصلية N_o، نطبق العلاقة الاتية :

$$N_o = \frac{w(gm) \times N_A}{A}$$

حيث = w وزن النظير النقي او نسبة وزنه إذا كان على شكل مركب (بالغرامات)

N_A = عدد افوكادرو ويعادل ٦,٠٢٥ × 10^{23} atom/mol ، A العدد الكتلي ، علماً:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$$

حيث : n عدد المولات ، : N عدد الذرات ، : N_A عدد افوكادرو ، : m الوزن ، : M الكتلة الذرية بوحدة gm/mol

$$\therefore N = \frac{mN_A}{M}$$

$$\therefore N = \frac{gm \times \frac{atom}{mole}}{\frac{gm}{mole}} = atom.$$

ملاحظة/ بقياس النشاط الإشعاعي للمادة يمكن حساب عدد الذرات المشعة كما يلي:

$$N = (A/0.693) \times t_{1/2}$$ **(H.W)**

الحامل (الناقل) والنشاط الإشعاعي الخاص Carrier and Speceific Activity

أن وزن قليل من المادة المشعة العنصر المشع كله Carrier Free يكون له نشاطا إشعاعيا عاليا. وعند إستعمال هذا العنصر في الكيمياء عمليا يجب تقليل هذا النشاط الإشعاعي (لتقليل التعرض للإشعاع) ولذلك يخفف هذا العنصر المشع بواسطة كمية من نفس العنصر غير المشع ويسمى هذا العنصر غير المشع بالحامل Carrier الذي يحمل معه العنصر المشع.

الحامل (الناقل) والنشاط الإشعاعي الخاص Carrier and Speceific Activity

أن وزن قليل من المادة المشعة العنصر المشع كله Carrier Free يكون له نشاطا إشعاعيا عاليا. وعند إستعمال هذا العنصر في الكيمياء عمليا يجب تقليل هذا النشاط الإشعاعي (لتقليل التعرض للإشعاع) ولذلك يخفف هذا العنصر المشع بواسطة كمية من نفس العنصر غير المشع ويسمى هذا العنصر غير المشع بالحامل Carrier الذي يحمل معه العنصر المشع.

- **الإنحلال أو النشاط الإشعاعي المركب: وفيه يوجد أكثر من نويدة مشعة حيث يعمل الكاشف على قياس النشاط الإشعاعي الكلي الصادر من النويدات المشعة.**

- **النشاط الإشعاعي المختلط : وهو عبارة عن النشاط الإشعاعي لعينة تحتوي على أكثر من عنصر مشع ليس لها إرتباط وراثي ويعمل الكاشف على قياس كمية من النشاط الإشعاعي لكل نوع حسب المعادلة التالية:**

$$A = A_0^1 e^{-\lambda t} + A_0^2 e^{-\lambda t}$$

- **الإنحلال المتعاقب: في هذا النوع من الإنحلال تنحل النواة الأصل (الأم) إلى النواة الوليدة التي تنحل بدورها إلى نوع ثالث وهي النواة الحفيدة (Grand Daughter) ، ويكون معدل تكوين الذرة الوليدة يساوي محصلة الفرق بين تكوينها ومعدل إنحلالها، أي أن:**

$$dN/dt = \lambda_1 N_1 - \lambda_2 N_2$$

وحدات قياس الإشعاع ومناقشة الإختلاف بينهم

الوحدة: The unit

هي عينة مرجعية محددة، تستعمل لقياس مقدار الكمية الفيزيائية، مثل وحدة الكيلوغرام، والمتر، والثانية.

يمكن تصنيف وحدات قياس الاشعاع الى اربعة اجزاء ليسهل فهمها كل جزء يعبر إما عن حالة الشعاع الصادر أو الغرض من حساب كمية الأشعة.

الحالة الأولى: وحدات قياس مصدر الإشعاع النشط

الإشعاع النشط radioactive هو الإشعاع الصادر من المادة بشكل مستمر ونشط بغض النظر عن العوامل الخارجية. أفضل أمثلة لهذا النوع من الإشعاع هي التي تستخدم في الطب النووي. وتسمى هذه الظاهرة بـ النشاطية الإشعاعية radioactivity ويوجد وحدتان تستخدم في العادة لقياس هذا النوع من الإشعاع .

البكريل Becquerel هو وحدة القياس الدولية SI للنشاطية الإشعاعية ويمكننا تعريفه بعدد الإشعاعات التي تصدرها العينة المشعة بمعدل انحلال واحد في الثانية الواحدة. ويتخذ الرمز التالي .Bq .

لكن الوحدة الأكثر إستخدام هي وحدة الكيوري Curie ورمزها .Ci والكيوري هو نشاط عينة تنحل فيها في الثانية الواحدة 3.7×10^{10}dis/sec . ويتم في الغالب التعبير عنهما إما بالملي كيوري mCi أو بالميكروكيوري µCi

(١) الكورى (Curie) :- الكورى هو وحدة قياس النشاط الاشعاعى التقليدية وهى تساوى 3.7×10^{10} اضمحلالةفى الثانية وهى كمية الاشعاع التى تنبعث حتى واحد جرام Ra^{226}

(٢) البيكريل (Becqurel) :- والبيكريل (Bq) مساوى اضمحلالة فى الثانية وعلى هذا يكون الكورى 3.7×10^{10} بيكريل وحيث ان الكورى وحدة قياس اشعاع كبيرة للغاية والبيكريل وحدة قياس صغيرة ،لذلك يجب ان يسبقهم مقاطع تصغير او تكبير طبقا للجدول الاتى

الرمز	المقطع	المعامل
T	Tera	10^{12}
G	Giga	10^{9}
M	Miga	10^{6}
K	Kilo	10^{3}
m	Mili	10^{-3}
U	micro	10^{-6}
N	nano	10^{-9}
p	Pico	10^{-12}
f	femto	10^{-15}

وعلى هذا الاساس يمكن التغير عن وحدات الكورى كالتالى ميلى كورى (mC) : او MC

وللتعبير عن وحدات البيكريل :-ميجا بيكريل (MBq) او كيلو بيكريل (KBq)

ولتحويل البيكريل الى كورى يضرب الرقم فى ثابت هو 2.7×10^{-11}

ولتحويل الكورى الى بيكريل يضرب الرقم فى ثابت هو 3.7×10^{10}

الحالة الثانية: وحدات قياس الشعاع

ويسمى Radiation Exposure وهي تقيس كمية التأين الذي يحدث للإشعاع في الهواء. ومن خواص الإشعاع أنه يتأين ionizationعند دخوله للمادة. والهواء هنا يعتبر نوع من أنواع المادة .في هذا النوع نحن نقيس كمية الشحنة الناتجة من التأين. أن الشحنة الكهربائية يتم قياسها بوحدة الكولوم Coulomb ويمكن تطبيق هذه الوحدة على أشعة جاما أو الأشعة السينية على حد سواء.

أما كيف نستخدم هذه الوحدة في الأشعة؟ نستخدمها عندما نقيس كمية الإشعاع الكافية لإنتاج شحنة بمقدار ١ كولوم في كيلو واحد من الهواء. وتكون الوحدة هنا كولوم/كجم .Coulomb/kg. ويوجد وحدة أخرى تقليدية لقياس هذا النوع وهي وحدة الرونتجن Roentgn. وهذه الوحدة هي وحدة قديمة ويمكننا تعريفها كالتالي: كمية الأشعة الكافية لإنتاج شحنة بمقدار 2.58×10^{-4} Coulomb/kg.

للتحويل بين الرونتجن والكولوم/كجم نستخدم هذه العلاقة: $I R = 2.58 \times 10^{-4}$ Coulomb/kg air

الكيرما (KERMA)

وهذه وحدة أخرى يمكن استخدامها في القياسات الإشعاعية وهي اختصار للعبارة التالية: Kinetic Energy Released in Material ومن ثم فهي تعبر عن الطاقة الحركية المتحررة في المادة بفعل الإشعاع. كما وينطبق هذا التعريف على الطاقة المتحررة بواسطة الإشعاع غير المؤين.

بعض وحدات قياس الإشعاع

الكمية الطبيعية	وحداتها	الاختصار	تعريفها
الفعالية	الكوري	Ci	3.7×10^{10} dis/s (انحلالة/ث)
(Activity)	البكريل	*Bq	1.0 dis/s (انحلالة/ث)
جرعة التعرض (x, γ)	رونتجن	r	2.58×10^{-4} (هواء عند م ض د)
الجرعة الممتصة	راد	rad	0.01 J/kg
	جري	*Gy	1 J/kg (= 100 rad)
الجرعة الحيوية	رام	rem	1 rem = 1 rad × Q.F.
المكافئة	سيفارت (Sievert)	*Sv	1 Sv = 1 Gy × Q.F. = 100 rem

(*) تشير إلى الوحدات الدولية (SI).

الحالة الثالثة: وحدات قياس إمتصاص الإشعاع

عندما تدخل الأشعة جسم الإنسان على سبيل المثال يحدث لها إمتصاص وتسمى هنا بـ Absorbed Dose. ويمكن تطبيق هذه الوحدات لحساب كمية الإشعاع الممتص لمختلف أنواع الإشعاع كالأشعة السينية وجاما وبيتا وألفا. والوحدة الدولية لقياس إمتصاص الإشعاع هي وحدة الجراي Gray ورمزها Gy. والجراي هو إمتصاص ١ جول joule من الطاقة في ١ كجم من المادة. هذا يعني أنه عندما يتم إمتصاص ١ جول من طاقة الإشعاع بواسطة ١ كجم من المادة تكون الطاقة الممتصة ١جراي.

توجد وحدة أخرى تقليدية لقياس إمتصاص الإشعاع هي وحدة الراد RAD. وتساوي إمتصاص 10^{-2} جول من طاقة الإشعاع في ١ كجم من المادة.

للتحويل بين الجراي والراد نستخدم هذه العلاقة: 1 Gy = 100 rad

الحالة الرابعة: وحدات تستخدم عادة في مجال الحماية من الإشعاع

ويمكننا تقسيم هذه الوحدات على قسمين لكي يسهل فهمها:

- الجرعة المكافئة Equivalent Dose

الأنواع المختلفة من الأشعة لديها قدرة على إحداث الأضرار في جسم الإنسان بدرجات مختلفة. الجرعة المكافئة تقيس هذا النوع من الضرر، أي أنه يوجد إختلاف بين الجرعة الممتصة absorbed dose والجرعة المكافئة equivalent dose.

وحدة قياس الجرعة المكافئة هي السفيرت Sievert ورمزها Sv. يتم حساب الجرعة المكافئة عن طريق ضرب الجرعة الممتصة absorbed dose بعامل معين لكل نوع من الإشعاع. فالأشعة السينية لديها عامل يختلف عن جاما وبيتا وهكذا.

- الجرعة الفعالة Effective Dose

الأنواع المختلفة من أعضاء وأنسجة جسم الإنسان لديها حساسية مختلفة للإشعاع. فبعض الأنسجة يكون ضعيف في مواجهة الإشعاع. الجرعة الفعالة تأخذ في الإعتبار حساسية الأعضاء المختلفة للأشعة.وحدة قياس الجرعة الفعالة هي السفيرت Sievert ورمزها Sv.

الجرعة الفعالة هي كمية الجرعة بحسب ما تنص عليه الهيئة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) اللازمة للوقاية من الإشعاع.

وهي الكمية التي يحصل عليها وزن معين من النسيج على الجرعة المكافئة لجميع الأنسجة والأعضاء في جسم الإنسان. من الأمور الهامة والتي يجب أخذها بعين الاعتبار بالنسبة لموضوع الجرعة الفعالة نوع الإشعاع وطبيعة العضو أو النسيج الذي يتعرض للإشعاع، ويمكننا معرفة وحساب الجرعات المناسبة للأعضاء باختلاف مستوياتها والأعضاء التي تستهدفها وأنواع الأشعة الداخلية والخارجية.

مبدأ الارا ALARA Principle

هو اختصار مشتق من عبارة للهيئة الدولية للوقاية من الإشعاع ICRP وهي:

All doses shall be kept As Low As Reasonably Achievable،والتي تنص على ضرورة تخفيض جميع الجرعات إلى أقل ما يمكن تحقيقه بشكل معقول.

رسم توضيحي يشرح وحدات قياس الإشعاع والفرق بينهم

وحدات قياس مصدر الإشعاع النشط

تستخدم عادة في الطب النووي

يكون مصدر الإشعاع نشط ولايتأثر بالعوامل الخارجية كمادة التكنيشيوم

مصدر اشعاع

البيكريل becquerel (Bq)
الكيوري Curie (Ci)

وحدات قياس الشعاع

تنطبق على الأشعة السينية وجاما

تقيس كمية التأين الذي يحدث للإشعاع في الهواء

Beam الإشعاع

الكولم/كجم Coulomb/kg
الرونتجن Roentgn

وحدات قياس إمتصاص الإشعاع

تنطبق على جميع أنواع الإشعاع كالأشعة السينية وجاما وبيتا وألفا

حساب كمية الإشعاع الذي امتصه الجسم

absorber

الجراي Gray (Gy)
الراد rad

وحدات تستخدم عادة في مجال الحماية من الإشعاع

الجرعة المكافئة Equivalent Dose

الجرعة الفعالة Effective Dose

السفرت Sievert (Sv)

نظام الحماية الاشعاعية

	حدود الجرعة	
	للعاملين	للمجتمع
الجرعة المؤثرة	20 ملي سيفيرت في السنة، يؤخذ المعدل لخمس سنوات محددة	1 ملي سيفيرت في السنة
الجرعة السنوية المكافئة لعدسة العين	150 ملي سيفيرت	15 ملي سيفيرت
الجرعة السنوية المكافئة للجلد	500 ملي سيفيرت	50 ملي سيفيرت

ت	نوع القياس	وحدات القياس
1	قياس النشاط الإشعاعي	✓ بيكريل –(Bq) تحلل واحد / ثانية ✓ زمن عمر النصف (Half Life Time)
2	قياس التعرض الإشعاعي	✓ روينتغن (R)
3	قياس التأثير الحيوي للإشعاع	✓ الجرعة المتصة (Absorbed Dose) ✓ الجرعة المكافئة (Equivalent Dose - H) ✓ الجرعة الفعالة (Effective Dose - E)
4	قياس مستوى الوقاية الإشعاعية	✓ الجرعة الفعالة المودعة (Committed Effective Dose) ✓ متوسط الجرعة السنوية الفعالة (Average Collective Dose) ✓ الجرعة الفعالة المجمعة (Collective Effective Dose)

جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية/هيت
قسم البيئة

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

نظائر بيئية

المرحلة الرابعة – المحاضرة الخامسة

أجهزة المسح الاشعاعي

د.نسرين ناظر جميل

You cannot see, smell, taste, feel, or hear radiation, but we have very sensitive instrumentation to detect it at very low levels.

أجهزة المسح الإشعاعي (Radiation survey meters)

تعتبر عملية المسح الإشعاعي ورصد التلوث وقياس معدل الجرعات الإشعاعية في المختبرات أو الأماكن التي تحتوي على مصادر مشعة أحد أهم أعمال الوقاية الإشعاعية. ويستخدم لهذا الغرض أجهزة خاصة تعرف باسم أجهزة المسح الإشعاعي (Radiation survey meters) لقياس الجرعات الإشعاعية الممتصة أو معدل هذه الجرعات في تلك الأماكن. كما تستخدم أجهزة أخرى خاصة برصد تلوث الأسطح أو الهواء في الموقع يطلق عليها أجهزة رصد التلوث.

- تستعمل اجهزة الكشف الاشعاعي للكشف عن وجود الاشعاعات النووية لعينة ما او قياس نشاطها ،حيث تعمل هذه الكواشف كمستشعرات للاشعاعات حيث يؤدي امتصاص الاشعاع داخل الكاشف الى نشوء اشارة قابلة للقياس حسب الكشف عن نوع هذه الاشارة وكيفية حدوثها.
- وتعتمد جميع هذه الأجهزة في عملها على استخدام أحد أنواع الكواشف الغازية أو الوميضية أو غيرها وذلك بغرض الكشف عن النوع المعين من الإشعاعات، وتحديد سيولته (أي تدفقه) ومعدل الجرعة الناتجة عنه، وبالتالي تحديد الفترة الزمنية التي يمكن أن يمكث الإنسان في المكان المعين خلالها.
- وعموما، فإنه لا يمكن استخدام جهاز واحد للكشف عن الإشعاعات المختلفة، وإجراء المسح الإشعاعي وقياس معدل الجرعات الناتجة عنها ورصد التلوث، وذلك لاختلاف طبيعة الكاشف باختلاف نوع الإشعاعات وكمياتها وطاقاتها، وكذلك باختلاف الغرض المخصص له هذا الجهاز. ولذلك، تستخدم عدة أنواع مختلفة من أجهزة المسح الإشعاعي وتعيين الجرعات أو معدلاتها أو لرصد التلوث، تبعا لنوع الإشعاعات وكمياتها وطاقاتها في المكان المعين .

تم تطوير عدة تقنيات وأدوات لقياس الإشعاع و أكثرها شيوعا:

١. أجهزة المر اقبة.

٢. اجهزة المسح الإشعاعي.

٣. اجهزة التحذير من الإشعاع.

تستخدم الكواشف النووية لكشف الجسيمات والفوتونات التي تنبعث من أنوية المواد المشعة وهذه الكواشف تعتمد في عملها على عمليات التأين التي تحدثها الجسيمات والفوتونات المشعة أثناء اجتيازها للمادة وتتوقف على -:

١. نوع الإشعاع وطبيعته وشدته.

٢. طبيعة المادة.

يتكون جهاز المسح الإشعاعي، عموما، من كاشف ودائرة إلكترونية لتكبير التيار أو الجهد وجهاز لقياس شدة التيار الكهربائي الناتج عن الإشعاعات أو عدد النبضات الجهدية في وحدة الزمن.

- تزود بعض هذه الأجهزة التي تعمل بالنظام النبضي بجهاز صوتي يصدر صوتا كلما تم تسجيل نبضة فيه، وبالتالي يمكن التنبه إلى زيادة المستوى الإشعاعي صوتيا، ودون الحاجة إلى النظر إلى قراءة الجهاز بين وقت وآخر. وتستخدم كواشف مختلفة لأغراض المسح الإشعاعي، وهي غرف التأين أو العدادات التناسبية أو عدادات كايكر - ميلر أو الكواشف الوميضية. ويعتمد حجم الكاشف المستخدم ومواصفاته على نوع الإشعاعات المطلوب الكشف عنها وإجراء المسح لها وعلى كثافة المجال الإشعاعي الذي يخضع للقياس.

مبدأ الكشف

تنتج من تآثر الأشعة المؤينة مع المواد المختلفة آثار عدة تتوقف على نوع الإشعاع وطبيعته وشدته، وكذلك طبيعة المادة. وتسمى المواد التي تتأثر بالإشعاع بشكل يمكن معه الاستفادة من الأثر radiation detectors كواشف الإشعاع . فعندما تتآثر الأشعة على اختلاف أنواعها سواء أكانت جسيمات مشحونة أم جسيمات غير مشحونة مع الكاشف، فإن الحصيلة النهائية لتبادل التأثير بالنسبة لأغلب أنواع الكواشف هي تَشكُّل كمية من الشحنات الكهربائية ضمن مادة الكشف أو ما يسمى بالحجم الفعال للكاشف التي تجمع عند قطب معاكس.

ان عدم قدرة الجسم البشري على الإحساس بالأشعة المؤينة - ربما- كان المسؤول عن الكثير من الخشية العامة من هذا النوع من المخاطر، لذا وجب الاعتماد على أجهزة الكشف المبنية على التأثيرات الكيميائية والفيزيائية للإشعاع ومنها:

أ- تأين الغازات

ب- التأين والإثارة في مواد معينة

ج- التغيرات في الأنظمة الكيميائية

د- التنشيط الإشعاعي بالنيوترونات

أهم خصائص جهاز المسح الإشعاعي

يجب أن تتوفر في جهاز المسح الإشعاعي بعض المتطلبات والشروط من أهمها :

أ- بساطة التركيب:

تؤدي بساطة تركيب الجهاز إلى سهولة الاستخدام وإمكانية إجراء الصيانة وتبديل الأجزاء والعناصر المختلفة وخاصة العناصر الإلكترونية عند تلفها.

ب - المتانة:

يجب أن يتحمل الجهاز العمل في مختلف الظروف حيث أنه عادة ما يستخدم الجهاز الواحد بواسطة عدد كبير من الأشخاص الذين يختلف أسلوب تداولهم للأجهزة.

جـ - خفة الوزن وإمكانية حمله ونقله بسهولة: وذلك نظرا لأن الجهاز يستخدم لإجراء المسح الإشعاعي في أماكن مختلفة. كذلك، يجب أن يزود الجهاز بمنبع تغذية خفيف كالبطاريات الجافة.

د- دقة البيانات والموثوقية:

إن البيانات غير الدقيقة يمكن أن تعرض حياة العاملين للخطر. ولهذا الغرض يجب معايرة الجهاز بصفة منتظمة ودورية، بل وقبل كل استخدام إن أمكن، وذلك بواسطة المصدر المعياري الخاص بالجهاز، حيث يوضع هذا المصدر المعياري أمام الكاشف مباشرة في المكان المخصص لذلك، وتؤخذ قراءة الجهاز لهذا المصدر المعياري بحيث تكون مطابقة للقراءة السابقة باستخدام نفس المصدر المعياري.

ه- الحساسية:

يجب أن يتميز الجهاز بدرجة عالية من الحساسية للنوع المعين من الإشعاعات، وذلك لإمكانية الكشف عن الكميات الصغيرة منها.

تصنيف الكواشف

تصنف كواشف الإشعاع من حيث الطبيعة الفيزيائية لمادة الكشف إلى نوعين رئيسيين؛ هما:

١-الكواشف الغازية .

٢-الكواشف الصلبة.

١-الكواشف الغازية:

تعتمد تقنية الكشف في هذا النوع من الكواشف على مبدأ تجميع الأزواج الأيونية المتوّلدة في الغاز (وسط الكاشف) نتيجة تفاعل الإشعاع مع ذرات الغاز، فيتولد الزوج الأيوني المؤلف من الإلكترون وذرة الغاز المتأينة من جراء مرور الأشعة في الغاز، وتتراوح الطاقة اللازمة لتوليد الزوج الأيوني في أغلب الغازات المستخدمة ما بين ٣٠ و ٣٥ إلكترون فولط، أي أنه يتولد نحو ٣٠٠٠٠ زوج أيوني من جراء مرور جسيمة مشحونة طاقتها ١مليون إلكترون فولط. تقسم الكواشف الغازية بحسب شروط تشغيلها إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي حجيرات التأين، العدادات التناسبية، وعدادات كايكر ميلر.

٢- الكواشف الصلبة:

المبدأ العام للكشف كما مر سابقاً في الكواشف الغازية هو تشكيل شحنة كهربائية من عدد كبير من حاملات الشحنة (إلكترون أيون موجب) تتناسب في معظم الأحيان مع طاقة الإشعاع المودعة في الكاشف. ويسعى المصممون إلى تحقيق تلك الخطية بطرائق مختلفة. وإن استخدام مواد صلبة تقوم على المبدأ ذاته سيؤدي إلى زيادة عدد حاملات الشحنة كثيراً؛ الأمر الذي يؤدي إلى تحسين مواصفات الكشف وزيادة مردود الكشف كثيراً، هذا إضافة إلى تصغير حجم الكاشف.

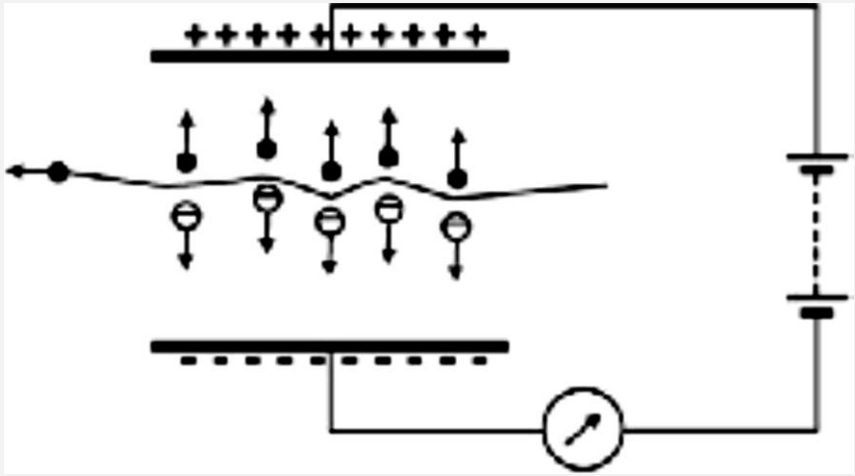
الكواشف الومضية: تبدي بعض المواد خصائص إصدار ضوئية لدى تفاعل الإشعاع المؤين معها، وتسمى تلك المواد ب**الوامضات**، ومنها العضوية واللاعضوية، وتستخدم بأشكالها الفيزيائية الصلبة والسائلة والغازية.

تعمل الكواشف الومضية على مبدأ الإثارة، فعندما تعبر الأشعة الكاشف تثير ذرات الوسط إلى مستويات طاقية أعلى، وبعودتها إلى حالتها الطاقية الأساسية تصدر فوتونات تقع أطوالها الموجية في مجال الضوء المرئي، ويتناسب عدد الفوتونات الضوئية مع طاقة الإشعاع المودعة في الكاشف. يمكن تحويل تلك الإصدارات الضوئية إلى نبضات كهربائية بوساطة ما يسمى المهبط الضوئي وأنبوب المضاعف الفوتوني الذي يعمل على تضخيم الإشارة الكهربائية. وتتناسب سعة النبضة الخارجة طردياً مع طاقة الأشعة المودعة في الكاشف؛ وبذلك يمكن استخدام هذا النوع من الكواشف في تطبيقات قياس طاقة الإشعاع للتمييز بين الإشعاعات المختلفة.

تستخدم الوامضات اللاعضوية لكشف جميع أنواع الأشعة حيث يستخدم الوامض المصنوع من يوديد الصوديوم في الكشف عن أشعة كاما ووامض كبريت التوتياء لكشف جسيمات ألفا ووامض الأنتراسين لكشف جسيمات بيتا وقد مكنت سهولة صنع الكواشف الومضانية بأشكال هندسية مختلفة وبحجوم كبيرة وبكلفة منخفضة من جعلها واسعة الانتشار في تطبيقات كشف التلوث وقياسه، إضافة إلى استخداماتها في التطبيقات الطبية.

حجيرات التأين: تتألف حجيرة التأين بشكل أساسي من حجم مغلق من الغاز غُمس فيه قطبان طُبق بينهما جهد كهربائي ومقياس حساس للتيار .إن قياس التيار في الدائرة الخارجية هو قياس مباشر لتيار الأيونات المجمعة على الأقطاب والناشئ أصلاً عن توليد الأزواج الأيونية نتيجة لتفاعل نوع معين من الإشعاع في الحجم الفعال للحجيرة، فبغياب الجهد لايمكن قياس أي تيار عبر الدارة الخارجية، وتضمحل جميع الشحنات المتشكلة في الحجم الفعال بإعادة اتحادها بعد تشكلها. وبزيادة الجهد المطبق بين قطبي الحجيرة يزداد تأثير الحقل الكهربائي المتولد، وتبدأ عندها عملية جرف كل الأيونات المتشكلة. ولا تؤدي زيادة الجهد المطبق على القيمة السابقة إلى زيادة في قيمة التيار المقاس؛ لأن كل الشحنات المتشكلة تم التقاطها، ومعدل تشكلها ثابت.

- يراعى في تصميم حجيرات التأين الشكل الهندسي للحجيرة ونوع الغاز المختار وضغطه وذلك بحسب تطبيقات القياس. تستخدم حجيرات التأين في أجهزة المسح الإشعاعي لأغراض المراقبة وقياس الجرعة الإشعاعية إضافة إلى استخدامها لمعايرة المنابع المشعة وتطبيقات قياس طاقة الإشعاع.



عداد كايكر(العداد التناسبي)

هو أحد أدوات اكتشاف الإشعاعات المؤيَّنة، مثل أشعة كاما والأشعة السينية وكذلك الإلكترونات السريعة ومنها أنواع لقياس أشعة ألفا. ويسهل استخدامه في في كل مكان حيث هو عبارة عن مكشاف حساس في صورة اسطوانة طولها نحو ١٥ سم متصلة بجهاز إلكتروني يشبه الراديو الصغير بواسطة سلك، ويسهل حملهما. عند القياس يُقرب الكاشف من العينة المراد قياس إشعاعها، فيبين مؤشر في الجهاز مقدار الأشعة المقاسة، ويكون ذلك عادة مصحوبا بصوت متردد يصدره الجهاز ومن تردد صوت الجهاز يمكن معرفة شدة الإشعاع التقريبية، إذ يتناسب تردد الصوت مع شدة الإشعاع. أو قد يزود الجهاز بعداد رقمي للقياس الدقيق. يمكن أن يستعمله الجيولوجيون بصفة مبدئية في التنقيب عن الخامات النووية مثل اليورانيوم والثوريوم التي قد توجد في أحجار بعض المناطق. كما يوجد الجهاز في كل معمل نووي للتحذير من ارتفاع غير عادي في درجة الإشعاع في المكان بغرض تحذير العاملين من خطر الإشعاع، فيتخذوا حذرهم ويقومون بالتعرف على سبب زيادة الإشعاع وإزالته.

تعزى النبضة الكهربائية المتشكلة في هذا النوع من الكواشف، بخلاف حجيرة التأين، إلى ظاهرة التضاعف التي تحدث في الغاز بالنسبة للأزواج الأيونية الأصلية المتشكلة نتيجة تطبيق فرق جهد عال بين المهبط والمصعد. ونتيجة لذلك؛ فإن سعة النبضة الناتجة عن العداد التناسبي أكبر من تلك الناتجة عن حجيرة التأين، ويشبه ذلك نوعاً من التضخيم الذاتي للإشارة. تتناسب النبضة الكهربائية المتشكلة مع الجهد المسلط؛ الأمر الذي أمكن معه استخدام تلك الكواشف في تطبيقات الكشف للتمييز بين الجسيمات المختلفة

- يعتبر هذا النوع من الأجهزة من أهم أجهزة المسح بالنسبة لجسيمات بيتا أو إشعاعات كاما ذات المستويات الإشعاعية المنخفضة. ويرجع السبب في ذلك إلى إمكانية عمل كواشف من هذا النوع بأحجام وأشكال مختلفة وإلى الحساسية الفائقة لعدادات كايكر بالمقارنة بغرف التأين. لذلك، تستخدم هذه الأجهزة للكشف عن التلوث بالمواد المشعة أو للبحث عن المصادر المشعة المفقودة مهما قلت شدتها الإشعاعية فضلا عن استخدامها الرئيسي لقياس معدل التعرض للمستويات الإشعاعية الضعيفة. وتعمل جميع أنواع الأجهزة التي تستخدم العداد التناسبي أو عداد كايكر ككاشف بالنظام النبضي. كذلك، تزود معظم الأجهزة بجهاز تنبيه سمعي يطلق صوتا قصيرا عند تسجيله لكل جسيم أو فوتون. وبذلك، يمكن الحكم سمعيا على شدة المستوى الإشعاعي بالإضافة إلى مقياس معدل التعرض الموجود بالجهاز الذي يبين معدل العد (أي عدد النبضات في الدقيقة).
- ولقراءة العداد بطريقة أدق تزود بعض الأجهزة بعدادات رقمية تعطي قراءة دقيقة لجرعة الإشعاع المقاسة ويمكن بواسطتها حساب النشاط الإشعاعي للعينة المشعة.

- ومن المهم أن يكون المصعد موصلا بمقاومة كبيرة R من عدة ميجا أوم مع المصدر الكهربائي ذو جهد عالي يبلغ عادة ٥٠٠ فولت، فتعمل هذه المقاومة على تقصير وقت اتساع النبضة الكهربائية الحادثة وتخاذلها سريعا.عندئذ يعود الجهد إلى قيمته الأصلية ويصبح في إمكان العداد تسجيل شعاع آخر.

الكواشف من أنصاف النواقل: تحقق أنصاف النواقل وإلى حد كبير شروط الكشف وقياس الإشعاع، فهي من حيث المبدأ حجيرات تأين؛ كثافة مادة الكشف فيها عالية جداً إلى الدرجة التي يكون فيها الوسط صلباً. تتبادل الأشعة التأثير مع نصف الناقل بشكل يتم فيه إنتاج عدد معين من الأزواج الأيونية (إلكترونات فجوة) حيث تكافئ الفجوة هنا الأيون الموجب في الكاشف الغازي. يتناسب عدد الأزواج الأيونية المتولدة مع الطاقة المفقودة في الحجم الفعال للكاشف، حيث يتم تجميعها بين طرفي مادة نصف الناقل اللذين يكافئان أقطاب التجميع في الكاشف الغازي، أي يمكن القول: إن الكواشف من أنصاف النواقل عبارة عن حجيرات تأين صلبة.

أن حساسيتها العالية للبيئة المحيطة وشروط تشغيلها الخاصة، مثل تبريدها إلى درجة حرارة الآزوت السائل، إضافة إلى الكلفة العالية لتصنيعها جعل استخدامها مقتصراً أساساً على المختبرات التحليلية في مراكز البحث العلمي.

مصادر التألق الحراري

بعض البلورات لها قابلية التوهج الحراريTHERMOLUMINCENT بعد تعرضها للاشعة حيث تقوم هذه الأشعة الساقطة بتهيج ذرات البلورة وتسبب تحرر الالكترونات وفجوات يتم اقتناصها من قبل الشوائب المنشطة التي تضاف للبلورة أو من قبل التشوهات في البلورة وتبقى طاقة التهيج التي حصلت عليها الالكترونات مختزنة في البلورة وعند تسخين البلورة تنطلق الطاقة مما يسبب تألق المادة المسخنة والذي يتناسب مع عدد الالكترونات المحجوزة في المادة وبدوره يقاس بواسطة منظومة قياس الوميض الحراري. ومن البلورات المستخدمة للقياسات البيئية هي سلفات الكالسيوم أو فلوريد الكالسيوم المطعمة بالمنغنيز اما لمقاييس التعرض الشخصي فهي بلورات من فلوريد الليثيوم.

المقاييس الفلمية Film Dosimeters(افلام قياس مستوى التعرض الشخصي (فلم باج))

يمكن كشف الاشعاع بتأثيره على اللوح الفوتوغرافي ، ويحمل الفلم من قبل العاملين في حقل الاشعاع أو تطوى على شكل سوار أو حلقة ويزود الفلم بمرشحات مختلفة لغرض التفريق بين مختلف أنواع الأشعة.

ويحوي الفلم على مادة حساسة عبارة عن طبقة جلاتينية خفيفة تحوي على بلورات من مادة بروميد الفضة وبعد عملية التحميض والاظهار التي تجري على الفلم والغرض منها تثبيت حبيبات الفضة المتأثرة بالاشعاع وتحويلها إلى ذرات فضة والتي تظهر اسوداد الفلم والذي يتناسب مع كمية الأشعة الساقطة وتقاس درجة اسوداد الفلم بواسطة مقياس الكثافة .

جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية/هيت
قسم البيئة

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

نظائر بيئية

المرحلة الرابعة – المحاضرة السادسة

الوقاية الاشعاعية

د.نسرين ناظر جميل

تفاعل الإشعاع المؤين مع الخلية

عند سقوط الإشعاعات المؤينة على الخلية فإنها تؤدي إلى تأين بعض مكوناتها وخصوصاً جزيئات الماء الذي يمثل الجزء الأكبر في الخلية الحية.

ويؤدي تأين الماء إلى إحداث تغيرات كيميائية قد تؤدي بدورها إلى إحداث تغيرات في وظيفة الخلية. ويمكن أن تظهر نتائج هذه لتغيرات في جسم الإنسان أعراض كمرض إشعاعي Radiation Sickness أو أعتام عدسة العين أو الإصابة بالسرطان .

وهكذا تؤدي الإشعاعات المؤينة إلى إتلاف الخلية damage من خلال عدة مراحل نوجزها بما يلي:

1

The Physical Stage المرحلة الفيزيائية

تتم هذه المرحلة خلال زمن قصير جدا 10^{-16} ثانية من لحظة دخول الإشعاع أو الجسيم للخلية.

وفي هذه المرحلة تنتقل الطاقة من النوع المعين من الإشعاعات إلى جزيئات الماء بالخلية .طبقا للتفاعل التالي:

$$Photon\ or\ Particle + H_2O \rightarrow H_2O^+ + e^-$$

حيث H_2O^+ هو أيون الماء الموجب و e^- هو الألكترون السالب

2

المرحلة الفيزيوكيميائية
The Physico-Chemical Stage

تتم هذه المرحلة خلال زمن قصير جدا 10^{-16} ثانية بعد حدوث التأين، ويحدث خلالها تفاعل الأيونات الموجبة والسالبة مع جزيئات الماء الأخرى فينتج عن هذا التفاعل مركبات جديدة.

وهكذا تؤدي هذه التفاعلات إلى تكوين أيون الهيدروجين الموجب H^+ ,ايون الهيدروكسيد السالب OH^- وهما لايشتركان في تفاعلات تالية، كما ينتج ذرة الهيدروجين H والهيدروكسيد OH وهما معروفان بنشاطهما الشديد. كما يمكن أن تكون من ضمن النواتج عوامل موكسدة قوية مثل جزيئة H_2O_2 .

3

The Chemical Stage المرحلة الكيميائية

تستغرق هذه المرحلة عدة ثواني بعد المرحلة السابقة، ويتم خلالها تفاعل نواتج المرحلة السابقة ، حيث تتفاعل ذرة الهيدروجين و الهيدروكسيد وجزيئة H2O2 مع الجزيئات العضوية المختلفة في الخلية، فمثلا يمكن ان تتفاعل هذه النواتج مع الجزيئات المعقدة التي تتكون منها الكروموسومات فتتحد معها أو تؤدي إلى تكسير تراكيبها المتسلسلة الطويلة وبالتالي يمكن ان تحدث بعض الطفرات أو التغيرات في الجينات.

4

The Biological Stage المرحلة البيولوجية

يـراوح زمن هذه المرحلة بين عدة دقائق وعدة عشرات السنوات. وتبدأ في هذه المرحلة ظهور تأثيرات التغيرات الكيميائية التي حدثت في الخلية، ومن هذه التغيرات :

1- موت الخلية.

2- منع أو تأخر إنقسام الخلية أو زيادة معدل إنقسامها.

3- حدوث نغيرات مستديمة في الخلية، تنتقل وراثيا إلى الخلايا الوليدة.

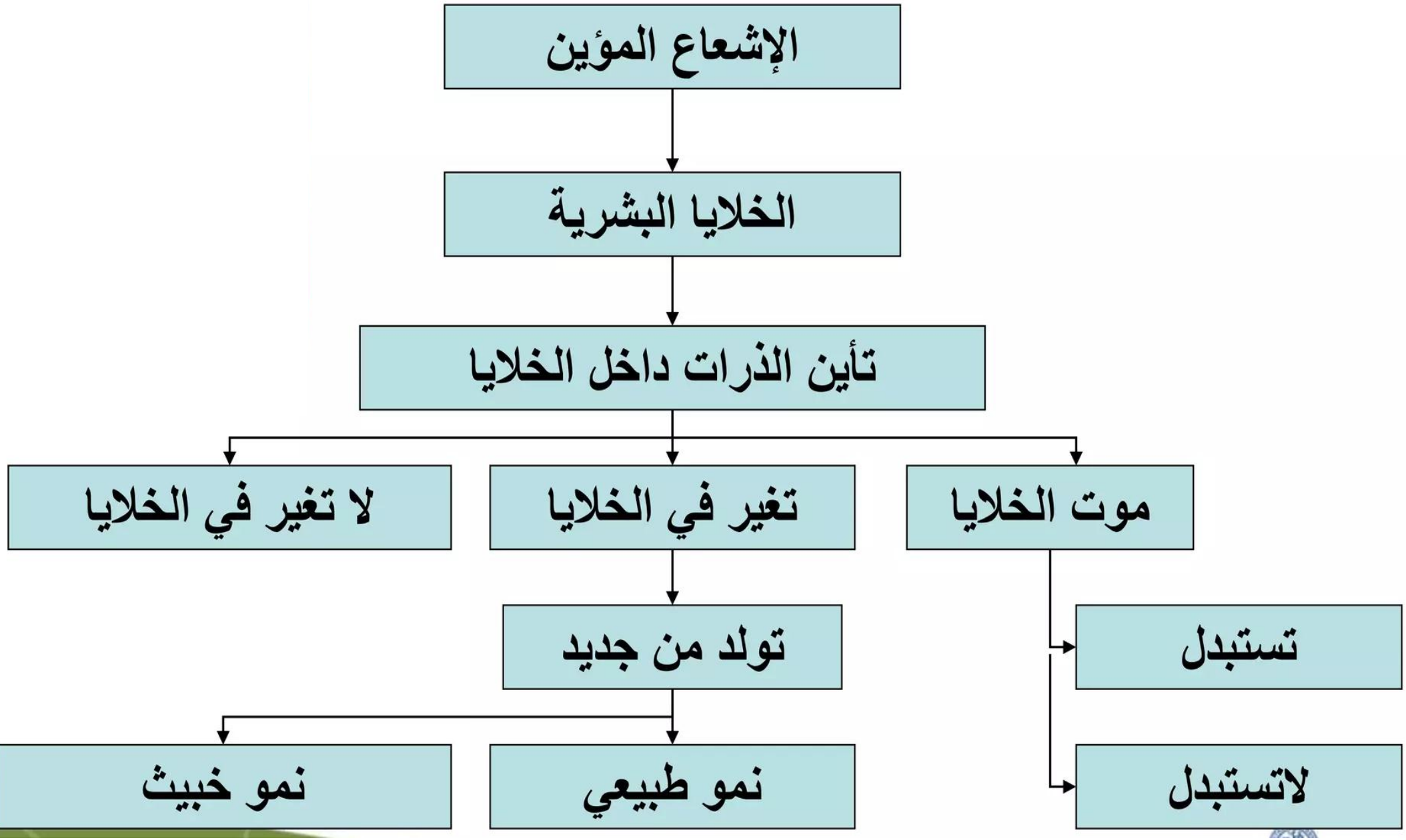
الإشعاع المؤين

طاقة مرتفعة ← كسر الروابط الكيميائية ← جزيئات

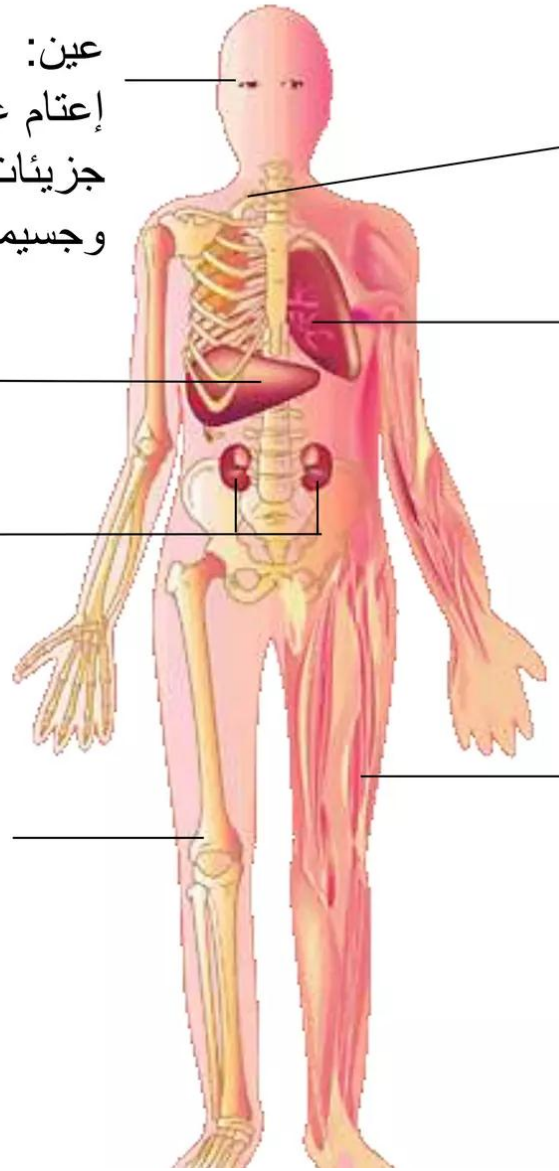
غريبة في الخلية ← خلايا غير طبيعية او نمو غير طبيعي.

← في حال عدم قدرة الجسم على اصلاح الخلل

1. الإصابة بانواع عديدة من السرطان
2. الموت في فترة تتراوح بين بضع دقائق و بضع سنين – يعتمد على نوع الإشعاع و قيمته و منطقة و زمن التعرض
3. تغييرات في السلسلة الحاملة للصفة الوراثية DNA و يؤدي الى امراض و تشوهات خلقية في اللأجيال القادمة


الإشعاع المؤين
الخلايا البشرية
تأين الذرات داخل الخلايا
لا تغير في الخلايا
تغير في الخلايا
موت الخلايا
تولد من جديد
تستبدل
نمو خبيث
نمو طبيعي
لاتستبدل

التأثيرات على الأعضاء المختلفة



عين:
إعتام عدسة العين يمكن أن يحدث بسبب
جزيئات الأشعة السينية وأشعة كاما
وجسيمات بيتا

غدة درقية:
اليود (اختبار الأسلحة النووية ،
المفاعل النووي)

رئة:
الرادون (غاز من التربة ،
الصخور والخرسانة)

الكبد:
كوبالت (اختبار سلاح نووي)

الكلى:
اليورانيوم (قشرة الأرض)
الرصاص (قشرة الأرض)

عضلة:
سيزيوم (سلاح نووي)
اختبار المفاعل النووي)
البوتاسيوم (قشرة الأرض)
التريتيوم (مفاعل نووي ، ماء)
الكربون (مفاعل نووي ، هواء ، طعام)

عظم:
السترونتيوم (منتج الانشطار)
البلوتونيوم (اختبار الأسلحة النووية ،
المفاعل النووي)
الراديوم (قشرة الأرض)

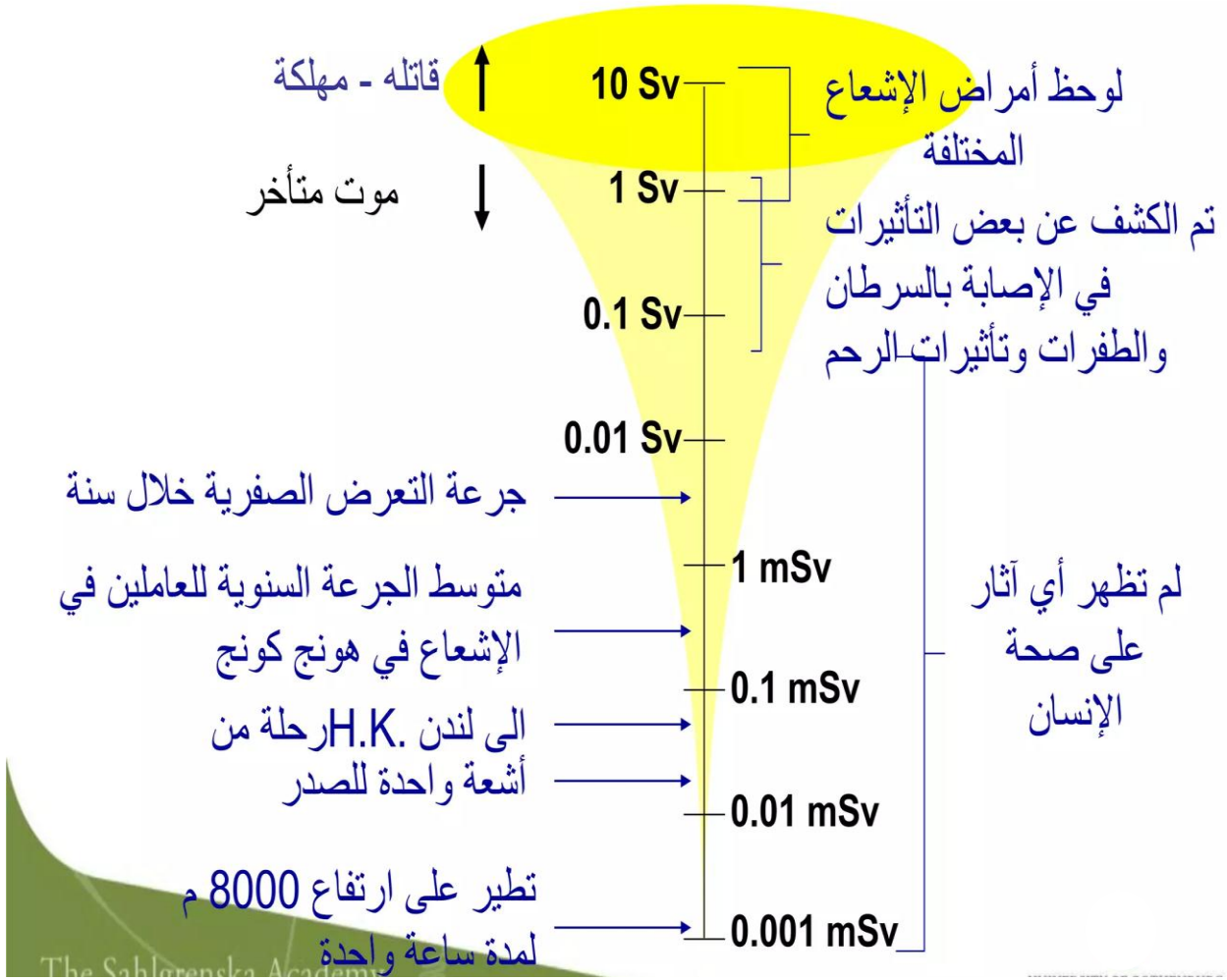
الجرعة الإشعاعية

مكافئ الجرعة الإشعاعية

تقاس الجرعة الإشعاعية بوحدة السيفرت Sieverts (Sv)

متوسط الجرعة السنوية من الإشعاع الصفري	1.35 mSv
أقصى جرعة سنوية مسموح بها لأفراد الجمهور	5 mSv
الجرعة السنوية القصوى المسموح بها للعاملين في مجال الأشعاع	20 mSv

تأثير مقدار الجرعة الإشعاعية على الإنسان



الوقاية من الإشعاع

- الوقاية من الإشعاع هو علم حماية الإنسان من تأثير الأشعة المؤينة سواء كانت جسيمات أولية مثل البروتونات والنيوترونات أو اشعة كهرومغناطيسية عالية الطاقة مثل الأشعة السينية وأشعة كاما . وقد انصبت نتائج ذلك العلم الذي يجمع بين الفيزياء والطب في تعليمات ووصايا متفق عليها عالمياً، وتقوم كل دولة بوضعها ضمن قوانينها بغرض الوقاية من الإشعاع . ويتحتم على العاملين في المجالات العلمية والصناعية وكذلك الأطباء المختصين بالتعامل مع المواد والأجهزة المصدرة للاشعة المؤينة اتباع تلك الوصايا والقوانين، من أجل الحفاظ على صحتهم وسلامتهم.
- يشير الحماية من الإشعاع إلى ممارسة حماية الأشخاص والبيئة من المخاطر المحتملة للإشعاع المؤين. ويشمل ذلك تقليل تعرض الأفراد للإشعاع، بالإضافة إلى إدارة المخاطر المرتبطة بالمواد والأجهزة التي ينبعث منها الإشعاع. الهدف من الحماية من الإشعاع هو ضمان تحقيق فوائد استخدام الإشعاع، مثل التصوير الطبي والطاقة النووية، مع تقليل المخاطر المحتملة على صحة الإنسان والبيئة.
- قد يؤدي التعرض الطويل للإشعاع إلى تأثيرات ضارة على الحياة النباتية والحيوانية، وتلوث المياه والهواء.
- يتطلب استخدام معدات الحماية الشخصية (PPE)كارتداء الملابس والمعدات الواقية المناسبة، مثل مآزر أو قفازات الرصاص، عند العمل مع المواد المشعة أو في المناطق ذات مستويات عالية من الإشعاع. ايضاً مراقبة مستويات الإشعاع بانتظام في المنطقة التي تعمل فيها أو تعيش فيها للتأكد من أن مستويات التعرض ضمن الحدود الآمنة. كما يتطلب ذلك تلقي التدريب المناسب على السلامة الإشعاعية والاستخدام السليم لمعدات الكشف عن الإشعاع.

المبادئ الأساسية للمنظمة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP)

Justification المبررات

Optimisation الأمثل

Application of dose limits تطبيقات التعرض المحدود

ICRP INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

المبررات

"أي قرار يغير الحالة إلى التعرض للإشعاع يجب أن يكون أكثر من الضرر التي سيسببها الإشعاع".

هناك ثلاثة مبادئ للوقاية الإشعاعية توصي بها اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع: التبرير، والتحسين الأمثل للوقاية، وقيد الجرعة.

- **تطلب التبرير أن يكون لأي نشاط مقترح قد يتسبب في حالات تعرض للأفراد فوائد كافية للمجتمع والأشخاص وذلك لتبرير أي مخاطر ناتجة عن التعرض للإشعاع. ويقوم هذا المفهوم على أساس أن أي حالة تعرض للإشعاع، مهما كان ضئيلاً، تحمل نسبة محددة من المخاطر تتناسب مع مستوى التعرض.**
- **اما المفهوم الثاني، أي التحسين الأمثل للوقاية، فهو يتعلق بإبقاء التعرض عند أدنى حد معقول ALARA. ويتطلب التحسين الأمثل للوقاية أن يتم تقليل حالات التعرض للإشعاع الناتجة من الممارسات إلى أقل مستوى ممكن، مع الأخذ في الاعتبار تكلفة عملية التقليل من حالات التعرض أو الجرعات. عملية التحسين الأمثل وإبقاء التعرض عند أدنى حد معقول، أو ALARA، هي عملية مطلوبة من جميع الجهات التي تصدر تراخيص، بما في ذلك "الهيئة الاتحادية للرقابة النووية".**
- **المفهوم الثالث، أي قيد الجرعة، يستلزم وضع حد أعلى للجرعة التي يمكن أن يتلقاها أي فرد من الجمهور أو أي عامل في حالات التعرض**

الفوائد مقابل الأخطار

يجب دائمًا إبقاء التعرض للإشعاع منخفضًا قدر الإمكان.

ولكن ، عندما يحدث المرض والإصابة أو عندما يكون إجراء تصوير معين لأغراض الفحص الصحي مهمًا ، يمكن للمريض أن يختار تحمل خطر التعرض للإشعاع للحصول على معلومات طبية أساسية.

الأمثل

"إن احتمال التعرض ، وعدد الأشخاص المعرضين ، وحجم جرعاتهم الفردية يجب أن تبقى كلها عند أدنى مستوى يمكن تحقيقه بشكل معقول."

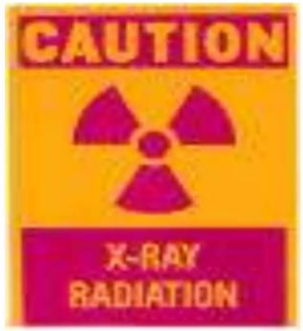
مبدأ (ALARA)

as low as reasonably achievable

المبادى التي يجب أتباعها لتحقيق مبدأ ALARA

- تدرب العاملين قبل العمل مع المصدر الحقيقي
- التعليم قبل العمل.
- يجب أن يكون المكتب والمعمل منفصلين.
- ارتداء ملابس واقية وقفازات.
- يجب تمييز جميع المعامل بعلامات.
- تناول الطعام والشراب خارج المختبر.

Posting, Warning sign
الإشارات والعلامات التحذيرية



إشارة تحذيرية
توضع على الأبواب

علامة تحذيرية

ان خطر المادة المشعة في الهواء أو الماء يعتمد على كل من:

١. معدل الإخراج من الجسم.

٢. عمر النصف لها.

٣. قوة اختراق الإشعاع الناتج عنها،

٤. التأثير الحيوي النسبي للإشعاع،

٥. تركيز المادة المشعة في عضو معين أو انتشارها في الجسم كله ...

٦. حساسية العضو الذي تركزت فيه هذه المادة.

ما مقدار تحمل الانسان للإشعاع؟

تختلف قدرة الإنسان على تحمل الإشعاع بين الأفراد وتعتمد على عدة عوامل، بما في ذلك:

نوع الإشعاع: يختلف تأثير أنواع الإشعاع المختلفة على الجسم، حيث يمكن أن يكون الإشعاع الكهرومغناطيسي مثل الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء والراديو والتلفزيون ضارًا في حالة التعرض المفرط له، بينما يمكن أن يكون الإشعاع النووي مثل الإشعاع الألفا والبيتا والكاما أكثر خطورة.

مدة التعرض: يزداد تأثير الإشعاع على الجسم كلما زادت مدة التعرض له.

شدة الإشعاع: يزداد تأثير الإشعاع على الجسم كلما زادت شدته.

العمر: يمكن أن يكون الأشخاص الأصغر سنًا أكثر حساسية للتعرض للإشعاع بسبب تعرضهم للإشعاع لفترة أطول.

الصحة العامة: يمكن أن يتأثر تحمل الإشعاع بشكل كبير بحالة صحة الشخص ومتانته العامة.

أحتياطات السلامة في استخدام المصادر المشعة

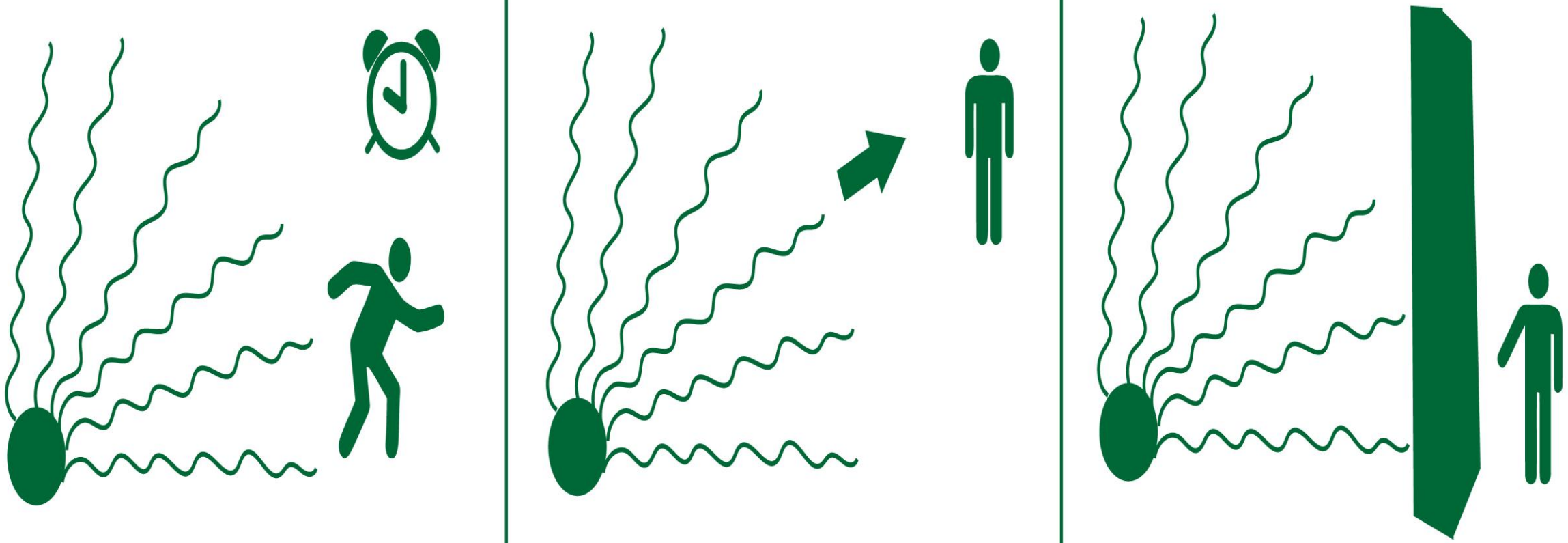
الوقت والمسافة والتدريع

تقلل الإجراءات المتعلقة بالوقت والمسافة والتدريع إلى الحد الأدنى تعرضك للإشعاع.

الوقت: يعتبر الوقت عاملا مهما في الوقاية من الإشعاع، خاصة بالنسبة للأشخاص الذين يتعرضون لكميات كبيرة من الإشعاع. إذ يمكن أن تتسبب الطاقة المنبعثة، سواء كانت على شكل جزيئات أو أشعة، بالإضافة إلى الإشعاع الطبيعي، في الكثير من الأضرار. وبالتالي، يمكن تقليل وقت التعرض أو تقليله للحد من الجرعة الإشعاعية المتعرض لها الإنسان، مما يعني الحصول على نسبة مقبولة من الإشعاع وبالتالي تقليل الأضرار الناتجة عنه .بالنسبة للأشخاص الذين يتعرضون للإشعاع بالإضافة إلى إشعاع الخلفية الطبيعي، يؤدي الحد أو التقليل من وقت الإشعاع إلى تخفيف الجرعة من مصدر الإشعاع.

المسافة: ينبغي الابتعاد عن مصادر الإشعاع قدر الإمكان، حيث يتم تقليل جرعة الإشعاع بشكل كبير مع زيادة المسافة عن المصدر،وتماماً كما تقل الحرارة من النار عندما تنتقل بعيداً عنها، تنخفض جرعة الإشعاع بشكل كبير مع زيادة المسافة بينك وبين المصدر.

التدريع: يعتبر عامل التدريع من أهم طرق الوقاية من الإشعاع ، حيث توفر عوائق الرصاص أو الخرسانة أو الماء الحماية من اختراق أشعة جاما بالإضافة إلى الإشعاعات الأخرى التي تعتبر شكل من أشكال الإشعاعات المؤينة التي تتكون من الفوتونات ، ويمكن لأشعة جاما أن تمر بالكامل عبر جسم الإنسان وأثناء مرورها يمكن أن تسبب تلفًا للأنسجة والحمض النووي .توفر حواجز الرصاص أو الخرسانة أو الماء الحماية من اختراق أشعة جاما والأشعة السينية. وهذا هو السبب الذي يؤدي إلى تخزين بعض المواد الإشعاعية تحت الماء أو في أو الغرف المبطنة بالرصاص،



وراء التدريج من المصدر:

تتلقى إشعاع أقل

على مسافة أكبر من المصدر:

تتلقى إشعاع أقل

قضاء وقت أقل قرب المصدر:

تتلقى إشعاع أقل

المواد المشعّة الطبيعية

المواد التي تحتوي على أنوية مشعّة وتوجد بشكل طبيعي على الأرض تسمى المواد المشعّة الطبيعية " NORM نورم". والمواد المشعّة الطبيعية منشأها من سلاسل النشاط الإشعاعي الطبيعي، وهي سلاسل اليورانيوم -٢٣٨ والثوريوم -٢٣٢ بالإضافة إلى سلسلة البوتاسيوم -٤٠ . ويمكن العثور على النورم إما في التربة أو في الماء أو في النباتات أو في الحيوانات أو في الإنسان.

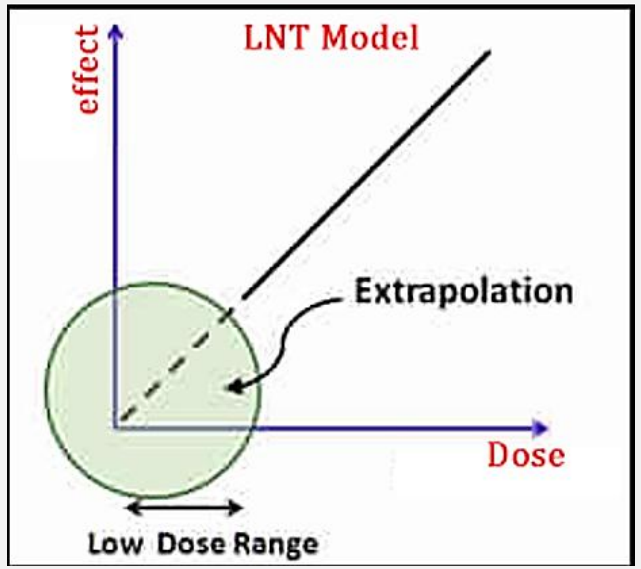
يؤدى عدم السيطرة على نفايات النورم إلى تلوث البيئة ويشكل خطرا على صحة الإنسان. ويمكن تخفيف هذه المخاطر من خلال تطبيق برنامج إدارة نورم. وتشمل هذه العمليات مراقبة النفايات المشعّة الطبيعية، ومراقبة المعدات الملوثة والسيطرة عليها، وتدريب العمال وتوعيتهم بمخاطر النورم وطرق الوقاية منه. وتطبق المبادئ العامة للوقاية من الإشعاع أساسا عن طريق تدابير وقائية جيدة في أماكن العمل للحد من مخاطر الإشعاع. ومن ثم، فإن التحكم في التعرض والقياس الكافي للجرعات هما أهم مكونات برنامج الوقاية من المواد المشعّة الطبيعية.

منشأ المواد المشعّة الطبيعية:

تتواجد المواد المشعّة الطبيعية بنسب مختلفة في القشرة الأرضية والتي يمكن تركيزها وزيادتها أثناء عمليات إنتاج النفط والغاز، وتعرف المواد المشعّة المستخرجة أثناء العمليات الصناعية المختلفة بأنها مواد مشعّة طبيعية مزادة تكنولوجيًا -TE Norml. يتعرض الناس للإشعاع الطبيعي يومياً، ويأتي الإشعاع الطبيعي من مصادر عديدة بما فيها أكثر من ٦٠ مادة مشعة طبيعية المنشأ وموجودة في التربة والماء والهواء. والرادون غاز طبيعي المنشأ ينطلق من الصخور والتربة، وهو المصدر الرئيسي للإشعاع الطبيعي. ويتعرض الناس كل يوم للنويدات المشعة عن طريق استنشاقه وابتلاعه من الهواء والغذاء والماء.

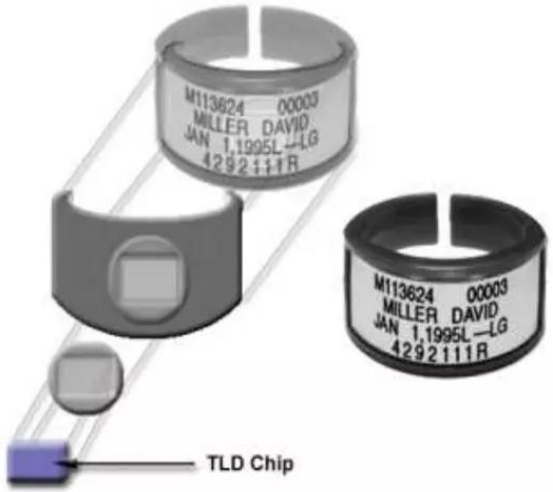
تقسم التأثيرات البيولوجية للإشعاع إلى تأثيرات احتمالية وتأثيرات مؤكدة، التأثيرات المؤكدة تأتي نتيجة للتعرض للجرعات الإشعاعية الكبيرة مثل المياه البيضاء التي تصيب العين أو حروق الجلد ونقص كرات الدم البيضاء وهي تعتمد على الجرعة الإشعاعية الممتصة وتكون في المستوى من ٥٠٠ ملى سيفرت.

ومعظم التأثيرات الإشعاعية الناجمة عن التعرض للمواد المشعّة الطبيعية هي تأثيرات احتمالية نظرًا لأن الجرعات الإشعاعية الصادرة من النورم هى جرعات منخفضة وأكثر هذه التأثيرات هي السرطان. ويتم تحديد درجة تأثير الجرعات المنخفضة من خلال منحنى العلاقة بين الجرعة والتأثير فيما يعرف بالنموذج الخطي LNT .



حيث يتم امتداد المنحنى الخطي إلى نقطة الصفر، وكذلك يتم تقسيم التأثيرات البيولوجية للإشعاع إلى تأثيرات حادة حيث يتم امتصاص الطاقة الصادرة من الإشعاع خلال ساعات أو أيام، وتأثيرات مزمنة، يتم امتصاص الطاقة الإشعاعية على فترات زمنية طويلة لشهور أو سنوات. الجرعات الإشعاعية العالية تؤدي إلى تأثيرات حادة مثل فقدان الشعر أو حروق الجلد والوفاة. التعرض للنورم لا ينتج عنه تأثيرات حادة، حيث ينتج عنه جرعات إشعاعية منخفضة تؤدي إلى تأثيرات مزمنة احتمالية مثل نمو السرطان. ومن التأثيرات الإشعاعية الأخرى للمواد المشعّة الطبيعية أن عنصر الراديوم يعتبر باحث عن العظام في حالة دخوله إلى جسم الإنسان نظرا لتشابهه الكيميائي مع عنصر الكالسيوم مما يؤدي إلى ترسبه داخل أنسجة العظام مسببًا سرطان العظام، وكذلك يؤدي على تدمير خلايا النخاع العظمي مما يسبب في اختلال تكوين الدم.

في حالة غياب إجراءات الوقاية الإشعاعية، تكون سيناريوهات التعرض للنورم، تعرض خارجي أثناء عمليات الإنتاج أو تلوث داخلي للعاملين وذلك أثناء عمليات الصيانة المختلفة للمعدات البترولية، وأثناء عمليات إزالة النورم من داخل المعدات الملوثة بالنورم وأثناء نقل الملوثات والمعدات الملوثة إشعاعيًا بالنورم.


M113624 00003
MILLER DAVID
JAN 1,1995L—LG
4292111R
M113624 00003
MILLER DAVID
JAN 1,1995L—LG
4292111R
TLD Chip

Panasonic
UD-802AS

جامعة الانبار
كلية العلوم التطبيقية/هيت
قسم البيئة

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

نظائر بيئية

المرحلة الرابعة – المحاضرة السابعة

استخدامات النظائر المشعة في البيئة-١-

د.نسرين ناظر جميل

تلعب النظائر المشعة دوراً كبيراً في عالم اليوم حيث أنها تؤدى دوراً فعالاً سهلاً وسريعاً وبتكلفة بسيطة فى مجالات الحياة اليومية. ويمكن الحصول على النظائر المشعة بوسائل عدة منها تعريض أهداف مناسبة لقذائف جسيمة مختلفة مثل النيوترونات فى المفاعلات النووية أو بجسيمات مشحونة فى المعجلات ، كما توجد طرق أخرى للحصول على النظائر المشعة ، وذلك عن طريق استخلاصها من المواد المشعة طبيعياً والموجودة أصلاً في الطبيعة أو من المواد الانشطارية للوقود النووي .

ويوجد اليوم أكثر من ٢٠٠ نظير مشع شائعة الاستخدام ، ولكن هناك فقط عدداً ٢٥ نظير مشع تمثل أكثر من ٢٥ % من التطبيقات ، وهى تستخدم فيما يتراوح ما بين ٢٠ صور كيميائية عديدة كمقتفيات أثر كما يمكن احتواؤها فى مصادر إشعاعية مغلقة ، ويستفاد من الإشعاع المنبعث من تلك المصادر الإشعاعية فى بحوث الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة وللأغراض العلاجية فى المجال الطبى ، وكذلك فى دراسات تأثير الجرعات الإشعاعية على المادة وخاصة فى مجالات البلمرة وحفظ الأغذية والتعقيم.

ويمكن تقسيم مركبات النظائر المشعة إلى أربع مجموعات حسب طبيعة استخدامها :

١- مجموعة المستحضرات الصيدلية المشعة .

٢- مجموعة المركبات المرقمة لإجراء البحوث الزراعية.

٣- مجموعة النظائر المشعة للدراسات الاقتفائية فى مجال الصناعة .

٤- مصادر إشعاعية .

تقنيات النظائر في تحديد الصخور الاقتصادية الحاضنة للمعادن النفط / المياه الجوفية.

يكون تركيز اليورانيوم والثوريوم في الماء (10^{-3}-10^{-4}) مرة اقل من تركيزهما في التربة والصخور، كما ان تركيز اليورانيوم غالبا ما يغطي على تركيز الثوريوم، كما انه يوجد من الرادون كميات أكبر بصورة ملموسة من الراديوم في المياه. تكون نسبة اليورانيوم في المياه الطبيعية قليلة الا ان ماء الحنفية قد يحوي في بعض المناطق تراكيز عالية.

مصادر النشاط الإشعاعي في الهواء يعود الى الانبعاث من نظائر السلاسل المشبعة ونواتج اضمحلالها بعد تسرب الغازات المتحررة عبر مسام التربة. يعود النشاط الإشعاعي لطبقات الجو الدنيا التي يتراوح ارتفاعها لغاية ١٥ كم، الى الرادون والثورون ومن نواتج اضمحلالهما وبالدرجة الأساس النظائر المشعة قصيرة العمر مثل البولونيوم (٢١٨) والرصاص (١٨) والبزموث (٢١٤)، وبدرجة ثانية للنظائر المشعة طويلة العمر لكل من الرصاص (٢١٠) والبزموث (٢١٠) .

تقل تراكيز النظائر مع الارتفاع وتتزايد تراكيزها في طبقة الهواء الأرضية وتكون أكثر تركيزا بمئة ضعف فوق اليابسة عن ما هو موجود فوق سطح البحر، كما تتغير تراكيزها مع الوقت. واعلى تركيز للرادون في ساعات النهار واقل تركيز في الصيف واعلى تركيز في الشتاء. ويؤدي سقوط الأمطار الى تنقية الجو بسبب تعلق الجسيمات المشعة بمياه التساقط، أما مصدر اليورانيوم و الراديوم في الجو فيعود الى تطاير ذرات الغبار من الأرض .

توجد ثلاث انواع من الأشعة المستخدمة على نطاق واسع في التطبيقات التي تخدم المجتمع والبيئة هي:

١. أشعة كاما الصادرة من وحدات مشععات الكوبلت ٦٠ والتي تنتج طاقة عالية من أشعة كاما بشكل مستمر كما ان لها القدرة على اختراق المواد الغذائية الى مدى اعمق.

٢- أشعة بيتا الصادرة من المعجلات الالكترونية التي لا تزيد طاقتها الكلية عن ٠,١ مليون الكترون فولت، ولها القدرة على الاختراق الى مسافة ١-٢ بوصة.

٣- أشعة اكس الصادرة من ماكينات توليد أشعة اكس والتي تزيد طاقتها عن ٠.٥ مليون الكترون فولت، وعند التشعيع فان لها قدرة التركيز على مناطق صغيرة من المادة.

يمكن إيجاز استخدامات النظائر المشعة بالتالي:

أولا : تقنية تحديد صخور الطبقات الاقتصادية من النفط والمعادن والمياه الجوفية.

ثانيا : تقنية التصوير الإشعاعي واقتفاء الأثر للأغراض الطبية في التشخيص والعلاج والتعقيم.

ثالثا : تقنية اقتفاء الأثر للأغراض الصناعية.

رابعا : تقنية تحديد البيئات الهيدرولوجية البيئية في مجال المياه تستعمل النظائر المشعة في:

١. قياس الجريان السطحي لمياه الأمطار والثلوج.

٢.معرفة جريان الأودية والأنهار.

٣. قياس تسرب الماء من السدود والبحيرات .

٤. دراسة المياه الجوفية بتحديد مصدرها وعمرها وسرعة جريانها واتجاهها.

٥. معرفة الاتصال بين الأحواض المائية وقابلية ترشحها بالإضافة إلى تطهير مياه (الصرف الصحي).

خامسا : تقنية تحسين صفات المواد بالتشعيع.

سادسا : استخدامات النظائر في البحوث العلمية.

سابعا : استخدامات النظائر في بحوث التربة.

الجس الإشعاعي

الجس الإشعاعي النيوتروني : Neutron logging

يمكن الحصول على مخطط الجس النيوتروني بإنزال المسبار probe الذي يحتوي على مصدر بلوتونيوم بريليوم او بريليوم راديوم يطلق النيترونات إلى داخل البئر بسرعة عالية تصل الى ١٠٠٠٠ كم / ثانية و بطاقة تصل الى ٤ مليون الكترون فولت ما تلبث هذه النيترونات السريعة ان تتبعثر داخل التكوينات الصخرية المحيطة وتقل سرعتها ولما كانت كتلة ذرات الهيدرجين مماثلة لكتلة النيوترون فهي مؤثرة في إيقاف النيوترون ويتم تسجيل النيترونات البطيئة بواسطة الأوكسجين وتقاس بواسطة الكاشف detectorفي نفس المجس (المسبار) وتعتمد كثافتها على المحتوي المائي للطبقة حول المسبار. ويمكن تطبيق هذه الطريقة في الآبار المبطنة وغير المبطنة وتعتمد بعض طرق النيترون على قياس أشعة كاما التي تنبعث من الهيدروجين الموجود في التكوين ويتم اصطياده بالنيترونات السريعة. وتعطي مخططات النيترون في الطبقات الصخرية المشبعة معلومات جيدة عن المحتوي المائي وعن مسامية المواد حول البئر ويمكن تحديد

المستوى المائي. تعتمد هذه الطريقة على توليد نيترونات من مصدر مشع في جهاز الجس النيتروني (probe) حيث عند اصطدام هذه النيترونات مع نواة الذرات المتساوية معها في الكتلة تفقد طاقتها تندمج معها ولما كانت نواة ذرة الهيدروجين ذات كتلة مساوية للنيترون لذلك عند اصطدام النيترونات بها تفقد كل طاقتها و بناءا على ذلك يوضع عداد مستقبل يعد ما بقي من النيترونات بدون التحام فكلما كان التركيز الهيدروجين قليل في التكوين كلما كان تركيز الهيدروكربونات او / والماء قليل والعكس صحيح.

فوائد الجس الإشعاعي النيتروني:

١. تحديد مسامية الصخور للآبار المبطنة.

٢. معرفة طبقات السجيل ومسامية التكوين والاستفادة منها في تعريف السحنات الصخرية ومدى احتوائها على الغازات الهيدروكربونية.

الجس الإشعاعي (أشعة كاما Gamma logging)

يمكن الحصول على مخطط أشعة كاما في الطبقات التي تحتوي على مواد مشعة بإنزال مسجل أشعة كاما داخل البئر وتسجيل مقدار الانبعاث الطبيعي لهذه الأشعة في الثانية (count/sec)وبما ان أشعة كاما تخترق المعادن فان هذه الطريقة يمكن استعمالها في الآبار المبطنة. يحتوي الطين على مصادر كاما أكثر مما يحتوي الحجر الجيري والرمل وكثافة الأشعة المنبعثة من الكرانيت تكون معتدلة في حين تحتوي المواد البركانية أو الانصهارية على نسبة لا باس بها من المواد المشعة.

ويمكن استعمال مخطط أشعة كاما للتمييز بين المواد الطينية والمواد غير الطينية وهو يعزز مخطط الجس الكهربائي. أشعة كاما هي مقياس النشاط الإشعاعي الطبيعي للتكاوين الصخرية ولهذا لها أهمية في تحديد وتعيين وتقييم رواسب المعادن المشعة تحت السطح اذ يتم انزال أجهزة القياس في البئر لقياس إشعاعية الصخور ويتم ذلك عن طريق عداد كايگر المستخدم في التنقيب الصخري اذ تعكس هذه القياسات حجم الصخور الطينية في النطاق الرسوبي.

طريقة الاستكشاف الإشعاعي

تستخدم الإشعاعات في المناجم وفي العمليات الاستكشافية عن الفحم والبترول والتحري عن المعادن مثل الحديد والنحاس والنيكل والرصاص والزنك وغيره. تعتمد هذه الطريقة على استكشاف النشاط الإشعاعي لبعض العناصر وخاصة اليورانيوم في البحث والتنقيب عن المواد المشعة. إن ذرات العناصر المشعة واهمها اليورانيوم الثوريوم والبوتاسيوم تمتلك خاصية التحلل التلقائي وتحولها إلى عناصر أخرى من خلال إشعاعها طاقة إما على شكل جسيمات أشعة كاما وبيتا او على شكل أشعة كهرومغناطيسية .

تعد أشعة كاما اهم انواع الإشعاعات التي تطلقها المواد المشعة كونها تؤين الوسط الذي تسير فيه ولها قابلية نفاذ عالية من خلال المواد، حيث يمكن إيقاف هذه الأشعة من خلال سطح من الصخور بسمك (٥٠) سنتمتر أو بواسطة طبقة من الرصاص سمكها (٤) انج. إن الهدف من طريقة التحري والتنقيب عن المواد المشعة هي تحسس واكتشاف أشعة كاما وذلك لانها أشعة كهرومغناطيسية لها طول موجي قصير وترددات عالية جدا تسير مسافة طويلة في الهواء او في بعض أوساط أخرى، هذه الخاصية أعطت سهولة في الكشف عن الخامات المشعة باستخدام الطائرات وعمليات المسح الجوي.

تستخدم أجهزة خاصة في المسح الإشعاعي تسمى العداد الومضي Scintillation Counterحيث تحتوي هذه أجهزة على بلورات خاصة تولد ومضة ضوئية عند سقوط أشعة كاما عليها تتناسب طرديا مع شدة أشعة الساقطة عليها. الأجهزة المستخدمة في المسح الجوي تكون كبيرة وثقيلة نسبيا لغرض تحسس الإشعاعات البسيطة ويتم تسجيل النتائج على شكل شريط او على أقراص رقمية تدخل إلى الحاسبة مباشرة التي تقوم برسم خرائط كنتورية للمناطق المستهدفة بعمليات التحري الإشعاعي حيث يتم تحديد وتعيين الأماكن والمناطق ذات الشواهد والشذوذ الإشعاعي .

ان أهمية دراسة النشاط الإشعاعي Radioactivity للصخور والمعادن كبيرة جدا في علم الجيولوجيا والجيوفيزياء وفي مجالات عديدة أهمها :

١- البحث والتنقيب عن مصادر المواد المشعة الموجودة في الطبيعة او الترسبات التي ترتبط معها مثل الفوسفات.

٢. الحرارة المتولدة من خاصية الانحلال الإشعاعي (Radioactive decay)يعتقد بأنها العامل الأكثر أهمية في تثبيت الظروف الحرارية داخل الأرض.

٣- تحديد أزمنة تكون الصخور في القشرة أرضية اعتمادا على قياس كمية النظير الوليد من نظير الام المشع بمعدل معروف منذ تبلور المعادن.

٤- تحديد أعمار حوادث جيولوجية مهمة مثل عمليات تكون الجبال وعمليات التعرية وترسيب الصخور الرسوبية، بالإضافة الى تحديد مصادر النفط الخام في الطبقات الجيولوجية مختلفة الاعمار من خلال تحديد قيمة نظير الكربون - ١٣- في النفط الخام.

٥- مساهمة الطرق الإشعاعية في تثبيت أسس مقياس الزمن الجيولوجي بكل دقة وبأعماره المطلقة.

٦- حساب عمر الأرض بكل دقة مؤكدة ان عمر الأرض هو اقرب ما يكون إلى ٤٦٠٠ مليون سنة وهو مساوي كذلك لعمر النيازك.

من اهم العناصر طبيعية الاشعاع اليورانيوم والثوريوم وبعض نظائر البوتاسيوم. ان ذرات هذه العناصر تمتلك خاصية التحلل التلقائي من خلال إشعاعها طاقة إما على شكل جسيمات او على شكل أشعة كهرومغناطيسية، وهي بهذه العملية تتحول إلى ذرات العناصر أخرى جديدة. الذرات الجديدة المتولدة من هذه العملية بدورها تطلق أشعة متحولة إلى عناصر أخرى، هذه العملية تسمى سلسلة التحلل الإشعاعي والتي تبدا بأحد النظائر المشعة مثل ٢٣٥٠ ٢٣٤ او ٢٣٨ وتنتهي بعنصر الرصاص المستقر ٢٠٦ او ٢٠٧ او الهليوم.