Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لمحة عن عنصر اليورانيوم المشع

إعداد الكيميائية

ليلى غازي حلواني

إشراف

الأستاذ

طارق إسماعيل كاخيا

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

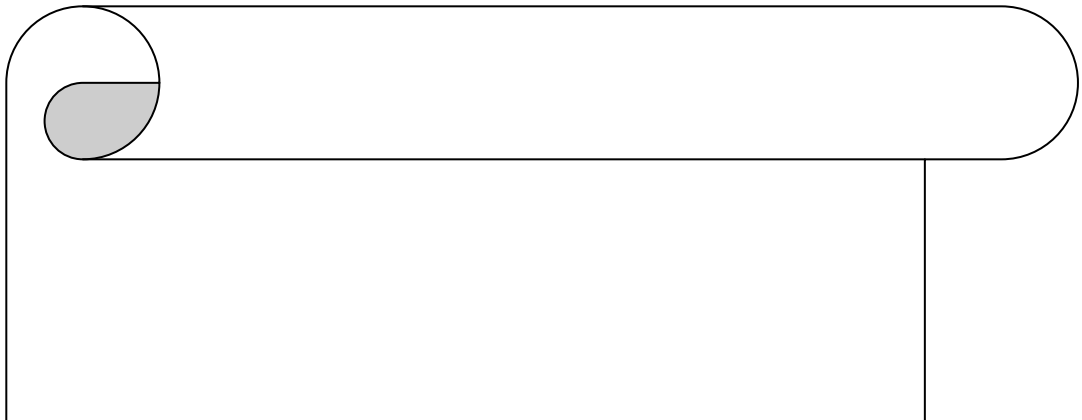
" وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُنْ تَعْلَمُ وَكَانَ فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا "

بسم الله الرحمن الرحيم

المصادر :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

- مقرر الكيمياء الإشعاعية النووية د. خير الدين الخطيب .
- التلوث البيئي : د . فؤاد الصالح .
- الفوتونات و النويات .
- طاقة الذرة \ ك.جلادكوف .
- المبادئ الأساسية للطاقة الذرية \ جامعة القاهرة .
- قصة الذرة \ م.وجيه السمان .
- www.webelements.com
- www.chemicslelements.com
- www.aljazeera.net
- www.chemcases.com
- www.world-nuclear.org
- www.araburanium.com
- www.annabaa.org/nba58/uranium.htm
- Encarta Reference Library 2004
- Encyclopaedia Britannica 2004 Deluxe Edition



Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ
الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ
وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ
وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ
فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ

آمـــين ...

مقدمة حول النشاط الإشعاعي

اكتشف العالم الفيزيائي الفرنسي **هنري بيكرل** عام 1896 النشاط الإشعاعي صدفة ... حيث لاحظ تشكل بقع سوداء على أفلام التصوير و التي كانت قريبة من اليورانيوم ....

و تم تفسير وجود البقع السوداء بأن عنصر اليورانيوم يبعث أشعة يشبه تأثيرها أشعة X (الأشعة السينية) , حيث أن إشعاعات اليورانيوم تخترق ألواح

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التصوير الفوتوغرافي و يتناسب امتصاصها طرداً مع كثافة الجسم الواقع بين اللوح الفوتوغرافي و اليورانيوم ....

وكان العالم الألماني **روتنجن** قد استخدم الأشعة السينية عام 1895 لتشخيص الحالات المرضية و الكسور العظمية للإنسان .. لكن التعرض الطويل للأشعة السينية أو الإشعاعات الصادرة عن المواد ذات النشاط الإشعاعي أدى إلى تساقط الشعر و ظواهر صحية أخرى سيئة ....!!!

و تتالت الدراسات على يد العالمين **بيير و ماري كوري** عام 1897 حيث اكتشفا النشاط الإشعاعي لعنصري **البولونيوم و الراديوم** ..

و بإمكاننا ببساطة أن نعرف الإشعاع أنه طاقة تنتشر من مكان لآخر بسهولة فائقة و بسرعة الضوء .. و يقاس الإشعاع عادة بوحدات مختلفة من أهمها **الراد و الريم** فواحدة الريم أكثر شيوعاً .

أما وحدة **الراد** فتعرف أنها الجرعة الإشعاعية الممتصة المساوية لمائة **إرغ** من الطاقة في غرام واحد , و نستخدم واحدة **الروتنجن** لقياس الإشعاع و خاصة لقياس إشعاعات غاما و الإشعاعات السينية .

إن مصادر الإشعاع في الطبيعة نوعان :

الأول : الموجود في الطبيعة والناتج عن نظائر مختلفة تملك نشاطاً إشعاعيا في التربة و المياه و الهواء و من K^{40} في الأنسجة الحية . أومن الإشعاعات الكونية

الثاني : النشاط الإشعاعي الآتي من الأشعة السينية , ومصانع الطاقة النووية و المختبرات و أجهزة الاتصالات المختلفة ...

ومن المعروف أن العناصر كلما ثقلت وازداد عددها الذري و الكتلي ، كلما قل ثباتها فالعناصر التي يزيد عددها الذري عن الـ (85) وخصوصاً فيما فوق الـ (90) فإنها تعاني من عدم الاستقرار في نواها...

ومن هنا بإمكاننا أن نميز النوى المشعة باحتوائها على فائض من النيترونات بالمقارنة مع عدد البروتونات_ و نقول بأنها تملك فائض نيتروني _ حيث تعاني هذه النوى غير المستقرة من تحولات نووية تلقائية واضحة , وتنطلق من نوى الذرات

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المشعة – عند التفكك التلقائي لنظير عنصر ثقيل مشع – دقائق عالية السرعة ، وهي دقائق ألفا و بيتا ، و أشعة غاما , ولنأخذ لمحة عن كل منها :

دقائق ألفا : (α) تتميز بإطلاق نوى الهليوم الموجبة ذات الطاقة العالية و المحتوية على بروتونين و نيترونين , ليس لها القدرة على الاختراق , طاقتها العالية تسبب تأينات موضعية كبيرة عند اصطدامها بخلايا جلد الإنسان ... و نعبر عن التحول ألفا بالمخطط التالي :

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

دقائق بيتا : (β) : إلكترونات عالية الطاقة , تصدر عن التحلل التلقائي للنوى ذات النشاط الإشعاعي , و تقسم إلى قسمين :

β^- : إطلاق النواة للإلكترونات , و لها المخطط التالي :

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

حيث $\tilde{\upsilon}$: أنتي نترينا : جزيئه كتلتها السكونية معدومة , يستدل منها بالقدرة على الاختراق .

و أما β^+ : فهو إصدار النواة للبوزترونات , و لها المخطط التالي :

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

حيث υ : نترينا : جزيئه كتلتها السكونية معدومة , يستدل منها بالقدرة على الاختراق .

أشعة غاما : يرمز لها بـ (γ) وتتألف من أمواج كهرطيسية تشبه الأشعة السينية ولكنها أكثر نفوذاً من دقائق ألفا وبيتا .

و تم إثبات أن كل عنصر مشع يحتاج إلى فترة خاصة به لازمة لتتحول فيها نصف كتلته إلى العنصر التالي ، نسميها فترة (نصف عمر المادة المشعة) ، و

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تتراوح بين أجزاء من الثانية وملايين السنين , و يمكن أن نقول أنها الزمن اللازم لتناقص كمية المادة المشعة إلى النصف , و تعطى بالعلاقة التالية :

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.69}{\lambda}$$

من المعروف أن كل مادة تتغير مع الزمن و تناقص المادة المشعة يتناسب عكساً مع الزمن , فمثلا تحول اليورانيوم المؤدي إلى الثوريوم ثم إلى الراديوم ثم إلى الروثنيوم وأخيراً إلى الرصاص يتم كما يلي :

$$U \longrightarrow Th \longrightarrow Ra \longrightarrow Ru \longrightarrow Pb$$

فالثوريوم هو وليد اليورانيوم و هنا تتناقص كمية اليورانيوم بينما تزداد كمية الثوريوم .

و لإعطاء فكرة عن قانون التحول الإشعاعي لدينا العلاقة التالية :

$$-dn / dt \sim N$$

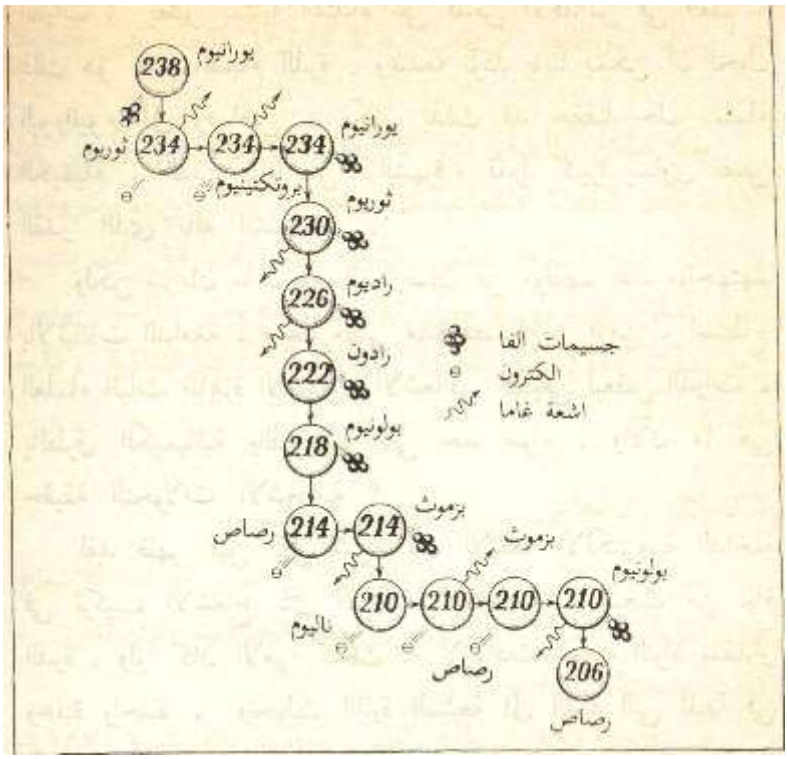
حيث نستخدم ثابت النشاط الإشعاعي و يرمز له بـ λ :

$$-dn / dt = \lambda N$$

و بإجراء التكامل نحصل على :

$$Ln\ N / N_0 = -\lambda t$$

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



و يرمـز للفعاليـة الإشـعاعية بـ A و يمكـن أن عرفهـا ببسـاطة أنهـا عـدد التحولات في الثانية ...

و تعطى بالعلاقة التالية :

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

و تقاس الفعالية **بالبيكريل** Pc و مضاعفاته , كما تقاس **بالكيوري** C حيث :

$$1\ C = 3.7 \cdot 10^{10}\ Pc$$

و يعرف الكيوري بأنه الفعالية الإشعاعية لواحد غرام من الراديوم 226

<u>فوائد النظائر المشعة</u>

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تستخدم المواد المشعة في كثير من المجالات التي تفيد البشرية. إذ كم أنقذ ت المواد المشعة أرواح البشر وكم أزهقت منها . و من استخداماتها على سبيل المثال في مختلف المجالات :

-مراكز البحوث العلمية _ مستشفيات الطب النووي _ مجالات صناعية متعددة _ المجالات الزراعية المختلفة _ تعقيم المنتجات الغذائية بأشعة غاما _ تصنيع البطاريات الذرية _ زيادة طاقة الوقود في الصواريخ _ تقدير الأعمار الجيولوجية والحقب الزمنية كأعمار الصخور وتقدير عمر الإنسان القديم _ توليد الطاقة الكهربائية – الاستخدامات الكثيرة في وسائط النقل مثل البواخر وربما تستخدم مستقبلاً كوقود في الطائرات _ المحطات الفضائية – تعتبر المواد المشعة الساعة الزمنية الأزلية وأول ساعة كونية .

و فيما يلي جزء صغير من الاستخدامات الهائلة التي تتم في الوقت الحاضر :

-إن استخدام اليورانيوم و نظائره أدى إلى الاستغناء عن حمل حوالي 700 طن من المازوت . فالغواصة الذرية لا تحتاج إلا لبضعة كيلوجرامات من اليورانيوم تكفيها لبضعة أشهر ...

-و تستعمل النظائر المشعة لاقتفاء الأثر , حيث استخدم العلماء الكربون المشع أو الفحم $_{6}^{12}C$ و أضافوه بكميات قليلة إلى الكربون العادي بحيث لم يغير شيئاً من الخواص الكيميائية , إذ إن استخدام الأشعة يمكننا من اقتفاء أثر سير الكربون و تفاعلاته في الأنسجة الحية .

-و لمعرفة كيفية توزع الماء في جسم الإنسان .. نستخدم ماء يحوي مع الأوكسجين على نظير الهيدروجين **التريتيوم** $_{1}^{3}T$ الذي يطلق أشعة بيتا يمكن كشفها بسهولة حيث يمتزج هذا الماء مع الماء العادي في الجسم وحيث تم التأكد أن الماء يطرح بعد فترة حوالي شهر بعد أن يمتزج مع ماء الجسم .

-كذلك استخدام عنصر الفوسفور المشع $_{15}^{30}P$ الذي يطلق كذلك دقيقة بيتا حيث يمزج بكمية قليلة و غير ضارة مع الفوسفور الطبيعي الداخل

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في المركب المراد دراسته حيث يظهر مكان مكوثه و الزمن الذي يبقى فيه داخل الجسم و المسار الذي يسلكه قبل أن يطرح , باستخدام جهاز يكشف الأشعة الصادرة ..حيث تبين أن بعض العناصر تطرح الجسم فوراً و بعضها يستقر في مكان معين لمدة معينة و هكذا .

-أما في مجال الطب فتساعد في التشخيص و شفاء المرض أو على الأقل تخفيف الألم ... إذ أن امتصاص الغدة الدرقية لليود المشع يظهر كيفية عمل هذه الغدة . وحقن كريات دموية معلمة بالحديد المشع داخل الدورة الدموية يمكّن من دراسة دوران الدم و كشف بعض التورّمات من خلال احتفاظها_ انتقائيا _لبعض العناصر المشعة . كما أمكن التحديد المضبوط للنسيج المصاب بالغرغرينا بحقن الدم بالصوديوم المشع .

-أما في الصناعة يمكن استخدام التريتيوم في تتبع سير المياه , و الكشف عن تسرب الغاز من أنابيبه بحقن الغاز بغاز مشع يسمح بتعيين مكان تسرب الغاز .

-كما تستخدم في تنظيف أنابيب نقل البترول و الغاز و تعقيم الأنابيب البلاستيك و الأدوية و كذلك التخلص من سمية بعض المواد.. فمثلاً الدهانات الحاوية على **الرداديوم** تتميز بسميتها , لكن استبدال عنصر الراديوم بالتريتيوم يجعل هذه الدهانات ليس لها أي تأثير خطر .

-في الزراعة تكاثر الحشرات و كذلك إبادتها , و الأهم هو دراسة سالتمثل الكلوروفيلي باستخدام نظير الكربون المشع .

و بشكل عام تقسم النظائر المشعة إلى :

-نظائر مشعة طبيعية :هناك 3 مجموعات رئيسية تتميز بنشاطها الإشعاعي الطبيعي وهي : مجموعة اليورانيوم _ مجموعة الثوريوم _ مجموعة الأكتينيوم , و كل منها يستمر في إطلاق الإشعاعات حتى تتحول إلى عنصر واحد نواته مستقرة , يتوقف عن الإصدار و هو الرصاص .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

-ونظائر مشعة صناعية : يمكن جعل كل العناصر في الطبيعية ذات نشاط إشعاعي بطريقتين :

1 . المفاعلات الذرية Reactoss : و هي أجهزة معقدة تتحول بها العناصر العادية إلى عناصر مشعة بتفاعلات تحليل نووي .

2 . المعجلات Accelerators : و هي أجهزة خاصة تعمل على تزويد النيترونات أو الجسيمات النووية بطاقة كافية تسمح بإدخالها في وسط النواة و تجعلها قادرة على الاستقرار في قلب النواة , يتم تعجيل الجسيمات المشحونة بالسماح لها بالحركة في الفراغ تحت تأثير فرق الجهد بين القطبين أحدهما متصل بالأرض و الآخر مرفوع إلى جهد عال مستمر ...

اليورانيوم Uranium

الاسم : يورانيوم يرمز له بـ (U)

العدد الذرّي : 92

الكتلة الذرّية : 238.0289 واحدة كتل ذرية

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عدد البروتونات / إلكترونات : 92

عدد النيترونات : 146

اكتشف في 1789 مِن قِبل **مارتن كلابروث** , صيدلي ألماني ، استطاع أن يعزل مجموعة من أكاسيدَ اليورانيومِ و كان يعتقد في البداية أنه اليورانيوم لكنه كان في الحقيقة ثنائي أكسيد اليورانيوم UO_2 !! ... بينما كان يُحلّلُ عينات الـ pitchblende مِنْ ألغامِ واقعة في الوقت الحاضرِ في جمهورية التّشيك....

إن pitchblende هو فلزّ مُشعّ متكوّن من UO_2 و هي أحد الخاماتِ المعدنيةِ الرئيسيةِ لليورانيوم ِ. و قد أصبحَ مهم جداً كمصدر لليورانيومِ احتاج إليها لإنتاجِ القنبلة الذرّيةِ .

و سَمّى اكتشافَه 'uran' بعد اكتشاف كوكب أورانوسِ , حيث سمي نسبة إليه .

المعدن بنفسه عُزِلَ عام (1841) مِن قِبل **يوجين ميلتشيور بيليجوت** _ صيدلي فرنسي _ بتسخين ثنائي أكسيد اليورانيوم مع البوتاسيوم في بوتقة من البلاتين ...

<u>وجوده في الطبيعة :</u>

يعرّف اليورانيوم كمادة متبقية من الوقود المستخرج للمفاعلات , تحتوي على كمية هائلة من الطاقة التي يجري تحويلها في المفاعل المنتج إلى عنصر فلزي

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إشـعاعي النشـاط , يسـتخدم فـي صـنع القنابـل الذريـة . ويوجـد اليورانيـوم فـي حالتـه الطبيعية مختلطاً مع مواد أخرى نشطة إشعاعياً مثل نظائر الراديوم والثوريوم .

قطعة من معدن اليورانيوم الصافي تبدو قريبة من معدن الفضة أو الفولاذ لكنها ثقيلة جداً بالنسبة إلى حجمها .

و اليورانيوم هو أثقل معدن موجود في الطبيعة , حيث إن 0.3 متر مكعب من اليورانيوم يزن أكثر من نصف طن !!!!.

مُعظم الحرارةِ الداخليةِ لـلأرضِ يُعتقد بأنـه كَانتْ منسوبة إلـى وجود اليورانيومِ والثوريوم .

و يمكن القول أنه واسع الانتشار بكميات صغيرة . لكنه لا يتواجد في الطبيعة في حالة نقية . واستخراجه من خاماته هو عملية طويلة ومعقدة .

حيث تحتوي القشرة الأرضية على كمية من اليورانيوم ليست بالقليلة (تساوي تقريباً كمية مادة الرصاص) ، ويكون مبعثراً في جميع الدول ، و يتواجد في بعضها بنسب أكبر مثل : كونغو ، نيجر ، تشيكوسلوفاكيا ، موريتانيا ، كندا ، جنوب أفريقيا ، الهند ، إسبانيا ، البرتغال .

بَعْض فلزات اليورانيومِ المهمة مثل :

autunite , carnotite , uraninite , pitchblende ، و torbernite .

هذه وغيرها من خاماتِ اليورانيومِ القابلة للاستردادِ ، تعد مصادر للوقود النووي ..

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يتواجد في العالم العربي حراً ومع الفوسفات ، تصل احتياطات الوطن العربي من اليورانيوم إلى 1.5 مليون طن من فلزات اليورانيوم الأولي .

الحصول عليه :

اليورانيوم ليس من العناصر النادرة كما كان يعتقد , بل هو أكثر وفرة مِنْ الزئبق أو الأنتيمون أو الفضة أَو الكاديوم ...

في الإجراءِ الكلاسيكيِ لانتزاع اليورانيومِ , تُطحن خاماته و تكسر ثم تخَلَط وتعال مع حمض الكبريت و حمض الآزوت فيتحول اليورانيوم إلى محلول , أما المعادن الأخرى فتترسب في القاع مع مواد أخرى غير قابلة للذوبان .

ثم بإضافةِ هيدروكسيدِ الصوديومِ فتترسب المعادن غير القابلة للذوبان مثل الحديد و الكروم و الألمنيوم و يبقى اليورانيوم ذائباً على شكل هيدروكسيد اليورانيوم و بإضافة حمض الآزوت يتحول إلى نترات اليورانيوم , ثم بإضافة محلول الايتر الذي يملك كثافة عالية ... يطفو الايتر مع اليورانيوم إلى الأعلى و يبقى المحلول الحمضي راسباً في القعر , و يتم التخلص منه للخارج بأنابيب خاصة , و تبقى نترات اليورانيوم بشكل بلورات نقية صفراء ناصعة , و قد استخدمت هذه المادة قبل اكتشاف الانشطار النووي لطلاء الأوعية الخزفية .

ثم تبدأ المرحلة الثانية حيث يعالج ثنائي يورانيت النشادر الناتج في المرحلة الأولى بالفلور فنحصل على مادة صلبة هي رباعي فلورين اليورانيوم , و التي تسخن في بوتقة فولاذية مع رقائق الكالسيوم فنحصل على اليورانيوم معدني , الذي يصهر بشكل أسطوانات بوزن 2.5 كغ تغلف بالألمنيوم .

هذه الطرقِ الكلاسيكيةِ لانتزاع اليورانيومِ مِنْ خاماتِه استبدلت بطرق التبادل الأيوني لن نتطرق لشرحها ....

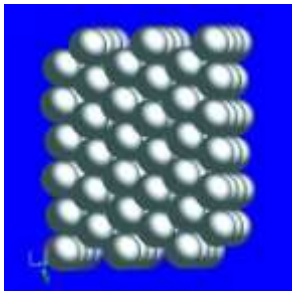
و اليوم يتم الحصول عليه من خاماته مثل : UO_2 , K_2UO_2 و غيرها ويُباعُ عادة على شكل diuranate Sudium صيغته $Na_2U_2O_7 \cdot 6H_2O$ المسماة بالكعكة الصفراء , أو يباع على شكل U_3O_8

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

طريقتان تُستَعملانِ لتَركيز وتَنْقِية اليورانيوم ِ: التبادل الأيوني , و الاستخلاص بالمذيبات و التي هي الطريقة الأكثر شيوعاً .

معدن يورانيومِ متوفرُ بشكل تجاري في كلفة حوالي 200 $ / الكيلو غرام نقاوته (99.7 %) في عبوات من الزجاجِ الخال من الهواءِ و تحت الأرجون ِ.

و الصورة التالية توضح التركيب البلوري لليورانيوم باستخدام أجهزة خاصة :



استعمالات اليورانيوم :

ظل اليورانيوم لوقت طويل جداً و لقرونٍ عديدة يستعمل من قبل العديد مِنْ الحضاراتِ القديمةِ ، أيضاً استَعملُ في مجال الصورِ الفوتوغرافية , و كانت مركّبات اليورانيومِ تستعمل في القديم لتَلوين الزجاجِ .

. ثمّ في 1789 الصيدلي مارتن كلابروث اكتشف أن لليورانيوم خواصُ مُشعّةُ . بعد ذلك كانت استعمالات اليورانيومِ نظرية حتى 1938، عندما تم اكتشاف تفاعل الانشطار النووي الأولِ لليورانيوم _235 _

بعدها أصبحَ اليورانيوم معدن إستراتيجي ، واستعمالاته في بادئ الأمر استخدمتْ بشكل رئيسي في إنتاجِ الأسلحةِ النوويةِ , ثم لبناءِ محطات الطاقة النوويةِ

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الخاصّةِ و لإنتاج الوقود النووي , و أيضاً كذخيرة لبَعْض أنواعِ الأسلحةِ العسكرية ِبعد أن كانت مركّبات اليورانيومِ تستعمل في القديم لتَلوين الزجاجِ .

كما يستخدم في البحوث والدراسات وتقدير عمر الآثار والتشخيص وفي العلاج الكيماوي و في تحسين الزراعة والمتابعة التجريبية .

مُنتَجات اليورانيومِ لها تأثير كبير جداً على ثقافتِنا . حيث إن الحاجة إلى اليورانيومِ حَسّنتْ اقتصاديات بعض دول العالم الثالثِ مثل جنوب أفريقيا التي عِنْدَها احتياطيان كبيرةٍ من اليورانيوم ِ.

كذلك فإن اكتشاف القنبلةِ النوويةِ كَانَ لها تأثير كبير على العالم .

وما زال ًاليورانيوم يستخدم في كثير من المجالات الطبية حيث يَسْمحُ لنا بمُعَالَجَة بَعْض أمراضِ السرطان , كما تَستهلكُ كمياتَ كبيرةَ مِنهْ كمصادر للطاقة والقابلة للتجديد مثل القوَّى الكهرومائيةِ والشمسيةِ والحرارية و غيرها .....

<u>خواصه الفيزيائية</u>

معدن فضي , أبيض , ثقيل , سريع الاشتعال عندما يكون مقسمُ بشكل رفيع . أنعم إلى حدٍّ ما مِنْ الفولاذ ِ، في الهواءِ يُصبحُ المعدنَ مَكْسُواً بطبقة من الأكسيد ِ. يـــــذوبُ فـــــي الحـــــوامضُ لَكنَّـــــه لا يتـــــأثّرُ بالقلويـــــات .

درجة الانصهار: C°1132

حرارة الانشطار: 8.52 kJ /mol

درجة الغليان: C°3818

الحجم الذرّي: 12.59 cm^3 /mol

الكثافة(عند 293 K): 18.9 g /cm^3

الحالة عند درجة حرارة الغرفة :صلبة .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

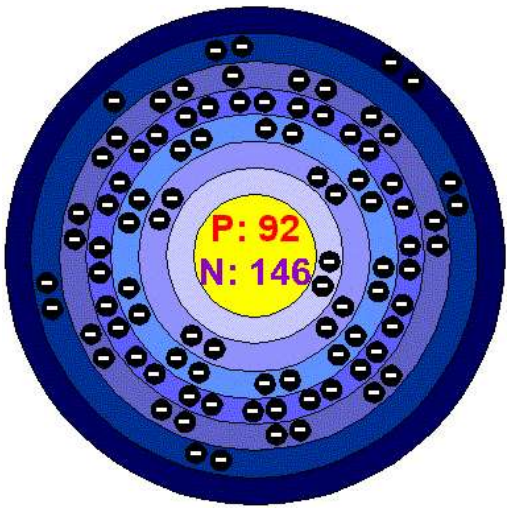
اليورانيوم لَهُ ثلاثة أشكالِ بلّورية ٍ، أحد هذه الأشكال تم تشكيّله بأشكال طائعة و مرنة عند الدرجة 770 درجة مئوية (1418 فهرنهايت) .

يُزيحُ اليورانيومُ الهيدروجين مِنْ الأحماضِ المعدنيةِ , ومِنْ إحلال أملاح بعض المعادنِ كالزئبق ، النحاس , الفضّة ، القصدير ، البلاتين ، والذهب . يَحترقُ بسهولة في الهواءِ في 150 ° C إلى 175 °C (302 إلى 347 فهرنهايت) . و في الدرجة 1000 °C (1832 فهرنهايت) يَندمج اليورانيوم مع النتروجينِ لتَشكيل نتريد nitride اليورانيوم الأصفر .

يَفسدُ طبيعياً خلال سلسلة النشاط الإشعاعي .

البنية الذرّية:

يملك اليورانيوم التوزيع الإلكتروني التالي :



Number of Energy Levels : 7
First Energy Level : 2
Second Energy Level : 8
Third Energy Level : 18
Fourth Energy Level : 32
Fifth Energy Level : 21
Sixth Energy Level : 9
Seventh Energy Level : 2

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

s^2

s^2 p^6

s^2 p^6 d^{10}

s^2 p^6 d^{10} f^{14}

s^2 p^6 d^{10} f^3

s^2 p^6 d^1

s^2

نظائر اليورانيوم:

تم اكتشاف النظائر بواسطة جهاز **المطياف الكتلي** و يعود الفضل في اكتشاف النظائر إلى العالم الفيزيائي **جوزيف جون تومسون** . حيث أكدت المعطيات الطيفية التجريبية أن كل عنصر مكون من اثنين أو اكثر من النظائر , حيث تتميز النظائر باختلافها بعدد النيترونات و تتلازم بعدد البروتونات ...

فمثلا نقول أن هناك نوعين من الماء : الماء الثقيل و الماء العادي , لأن نظير الهيدروجين الذي عدده الكتلي 1 يوجد في الماء العادي , أما في الماء الثقيل فيتكون من نظير الهيدروجين الذي له عدد كتلي 2 مع الأوكسجين .

اليورانيوم المشع يَتضمّنُ طبيعياً خَلِيْط نظائر اليورانيوم هي :

1- اليورانيومِ – 238 (U^{238}) : و يشكل 99.27 % و يبلغ نصف عمره : 4 510 000 000 سَنَة .

2- يورانيوم – 235 (U^{235}) و يشكل 0.72 % و يبلغ نصف عمره : 713 000 000 سنة .

3- يورانيوم – 234 (U^{234}) و يشكل 0.006% يبلغ نصف عمره : 247 000 سنة .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

و لدينا الجدول التالي الذي يعطي معلومات عن هذه النظائر المذكورة :

النظير Isotope	عدد البروتونات	عدد النيترونات	الكتلة الذرية
U_234	92	142	234
U_235	92	143	235
U_238	92	146	238

علماً بأن اليورانيوم (U-236) غير موجود في الطبيعة ولكن يمكن أن يُصنع بالمفاعلات ... بالرغم من أن كُلّ نظائر اليورانيوم مُشعّة ، إنما اليورانيوم–235 فقط هو المادة التي تتسبب بالانشطارات المتتالية و توليد قوة خارقة و طاقة هائلة تفوق الطاقة المتولدة عن انفجار كمية مماثلة لأقوى المتفجرات التي صنعها الإنسان من قبل بآلاف المرات .

إن فصل النظائر يعتبر فرع هام من فروع الصناعة ... وله أهمية كبيرة جداً للحصول على الطاقة الذرية , و تتمثل الصعوبة في فصل النظائر من حيث بنيتها الإلكترونية و بالتالي خواصها الكيميائية , فبالنسبة للذرات الخفيفة لم تتم عملية الفصل إلا بصعوبة بالغة باستخدام الاستخلاص الكيميائي المتعدد المراحل
Multi Stage Extraction
أما بالنسبة للذرات الثقيلة فليس بالإمكان فصلها إلا بالطرق الفيزيائية بالاستعانة بالفروق البسيطة بين الكتل الذرية .

اليورانيوم الطبيعي

يتكون اليورانيوم الطبيعي من مزيج من ثلاثة نظائر مشعة هي :

اليورانيوم 238 بنسبة 99.27 %

اليورانيوم 235 بنسبة 0.72 %

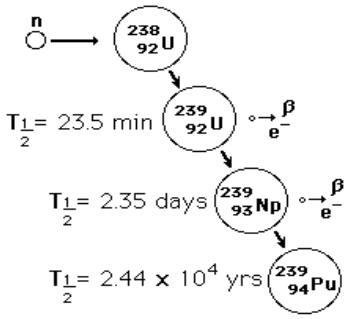
اليورانيوم 234 بنسبة 0.0054 %

يُمْكِنُ أَنْ يُحوّل اليورانيوم إلى النبتونيوم ِ_ 239 (Np) الذي يملك عدد ذري يبلغ 93 , وهو مادّة انشطاري يُمْكِنُ أيضاً أَنْ تُستَعملَ كوقود في المفاعلاتِ النوويةِ.

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

لإنْتاج البلوتونيوم _ 239 (Pu) تعرض ذرّات اليورانيومِ 238 إلى النيوترونِ .

البلوتونيوم الانشطاري – 239 يُمْكِنُ أَنْ يُنتَجَ مِنْ اليورانيومِ غيرِ الانشطاري – 238 بردِّ الفعل التالي :



اليورانيوم –239 يتشكّلُ عندما يَمتصُّ اليورانيوم _ 238نيوترون . حيث يملك اليورانيوم – 239 نصف حياة حوالي 23 دقيقةَ ...

$$^{238}U + ^{1}n \longrightarrow ^{239}U$$

و يتحول إلى نبتنيوم _ 239 neptunium خلال تحول البيتا كما يلي :

$$^{239}U \longrightarrow ^{0}_{-1}e + ^{239}Np$$

<u>اليورانيوم المنضب :</u>

لقد وجدنا سابقاً بأن اليورانيوم الطبيعي يتألف من ثلاثة نظائر ، الفعّال منها هو اليورانيوم U-235 الذي يشكّل نسبة 0.7% فقط , أما إذا خفضنا نسبة اليورانيوم الفعّال U-235 عن نسبة 0.7 % فيسمى باليورانيوم المستنفذ أو المنضب _ وغالباً ما نحصل على اليورانيوم المستنفد من المخلفات النووية من المحطات الكهربائية النووية أو من المفاعلات المخصصة للأغراض العسكرية أو لأغراض علمية و يستخدم في المفاعلات النووية لاستغلال طاقته سلمياً .

ويحتوي اليورانيوم المنضب عادة على التالي :

اليورانيوم _ 238 بنسبة 99.8 %

اليورانيوم _ 235 بنسبة 0.2 %

اليورانيوم _ 234 بنسبة 0.0006 %

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

كما يحتوي على 60 %من إشعاع اليورانيوم الطبيعي للكتلة ذاتها. ويمكن إنتاج اليورانيوم المنضب في إطار إعادة معالجة وقود المفاعلات النووية المستعمل أما الاستنزاف والتنضيب لليورانيوم المخصب فيحصل عن طريق استخدامه كوقود نووي في المفاعلات النووية ، أو في تشغيل بعض الغواصات وحاملات الطائرات

اليورانيوم الناضب سام كيميائياً وإشعاعياً وهو يسلك سلوك الفلزات الثقيلة ، لكنه يعامل في الجسم كالكالسيوم . فالجرعات الكبيرة منه تؤدي للتسمم خاصة إذا كان اليورانيوم في حالة ذائبة . أما في الجرعات القليلة فإن اليورانيوم مثله مثل الرصاص يضر بالكليتين ، وفي حالة استنشاقه يضر بالرئة كما ويترسب في الأنسجة العظمية .

إن فترة نصف عمر العنصر المشع تعني من الناحية النظرية أنه لا ينتهي من الوجود على الإطلاق ، وإن كان يستنزف في الاستعمال ، بل ينضب كوقود ذي جدوى ، ليصبح نفاية يصعب التخلص منها . واليورانيوم في واقع شكله كوقود يكون بشكل قضبان أو كرات من الجرافيت الحاوية له ، وعند استنزافها يصبح التخلص منها مكلفاً ، بل ويلقى معارضة قوية من أنصار البيئة في إيجاد مقبرة له.. ولذا نرى عمالقة الدمار الشامل وروّاد الحرية والمدافعين عن حقوق الإنسان يبحثون جاهدين عن طريقة لاستخدامه في القذائف الحربية ضد خصومهم ، حيث أنه قاتل سري يقضي على البشر والحياة فقط دون أن يترك دماراً ملحوظاً في
العمارات والمنشآت والآليات !!!!

و سنتعرض لشرح أضراره و طرق الوقاية منها بشيء من التفصيل لما لها من الأهمية الكبرى و خاصة في الوقت الحاضر .... !!

<u>استخدامات اليورانيوم المستنفد</u>

هو نفاية الأسلحة الذرية والبرامج النووية المدنية السلمية . وهو المادة المتبقية بعد عملية التخصيب , ومن الناحية العملية يمكن اعتبار اليورانيوم المستنفد مادة تبقى مشعة إلى الأبد . يستعمل اليورانيوم المنضب في العديد من المجالات المدنية في صناعة الأثقال والموازنة للطائرات . كما يستخدم في المستشفيات كواق ضد الإشعاع الصادر من الأشعة السينية « X Ray » وفي حاويات نقل المواد المشعة . وإذا أخذ

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في الاعتبار كثافة اليورانيوم المنضب التي تبلغ حوالي ضعف كثافة الرصاص وإلى قدرته على اختراق أقوى الدروع والدبابات هذا ما جعله مناسباً جداً لصناعة الذخائر المصممة لاختراق ألواح التصفيح المستخدمة في الدبابات . ويتركز استخدم اليورانيوم المنضب عادة في رأس الذخيرة التي تستخدم لتدمير الدبابات . وفي الوقت الحاضر لا يوجد معدن بديل عنه ويحمل نفس الصفات الاختراقية . ويعتبر اليورانيوم المنضب رخيصاً جداً ومتوفراً بكميات كبيرة جداً حتى أن مصانع الذخيرة تحصل عليه بأسعار رمزيـــة .

وهناك أكثر من 15 دولة معروفة تستخدم اليورانيوم المنضب في صناعة الذخائر منها : الولايات المتحدة الأمريكية ، إنكلترا ، فرنسا ، روسيا ، اليونان ، تركيا.

وقد تم استخدام اليورانيوم المنضب لأول مرة بكميات كبيرة في حرب الخليج الثانية , وقد تراوحت الكميات المستخدمة بين 300 إلى 800 طن من اليورانيوم المنضب . وقد تم استخدام اليورانيوم في حرب الخليج الثالثة وفي مناطق مأهولة بالسكان بخلاف الحرب الثانية و سنشرح هذا الموضوع لاحقاً ...

مخاطره :

اليورانيوم المستنفذ من المعادن الثقيلة و هو مشع . و معروف أن لجميع المعادن الثقيلة خصائص كيميائية سامة تنتج عنها حالات مرضية متنوعة . أما مشكلة اليورانيوم المستنفذ التي يجري الحديث عنها هذه الأيام فهي مرتبطة بالإشعاع الذي يصدر عنه في المناطق التي تعرضت للقصف بالقذائف التي تحمله و يصدر عن اليورانيوم نوعين من الإشعاع هما : ألفا و بيتا ، يمكن لبيتا أن تخترق الأنسجة الحية و تسبب لها الضرر . أما أشعة ألفا فإنها لا تخترق الأنسجة الحية بل تدخل الجسم عن طريق الجهاز التنفسي ثم إلى الدم , وفي هذه الحالة يمكن لأشعة ألفا أن تسبب مرض اللوكيميا أو سرطان الدم . الغريب في الأمر أن مرض اللوكيميا الناتج من اليورانيوم المستنفذ يظهر في الأطفال بنسبة كبيرة عند مقارنة عدد الإصابات في الأطفال و الكبار .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

عند احتراق اليورانيوم المستنفذ يتحول لأجزاء دقيقة سامة ومشعة من أكسيد اليورانيوم ، حيث تتطاير كغبار مع الهواء لأميال عديدة في كل مكان ... وهذه الجزيئات ذات نشاط إشعاعي , بما أن معظم الأكسيد المنتج غير قابل للذوبان مما يعني أن استنشاقه يجعله عالقاً بالرئتين لمدة طويلة وبالتالي فإن هذا يحمل مخاطر الإصابة بالسرطان بسبب الإشعاع . كما أن دخول الغبار إلى الجسم عن طريق الفم يحمل أيضا مخاطر كبيرة !!!.

ويعتبر معدل الاستهلاك اليومي من عنصر اليورانيوم حوالي 1.9 ميكرو غرام لكل يوم من الغذاء والماء والهواء المستنشق . كما يحتوي جسم الإنسان في المتوسط على حوالي 90 ميكرو غرام من اليورانيوم تتوزع كالتالي :

66 % في الجهاز العظمي .

16 % في الكبد .

8 % في الكليتين .

10 % في الأنسجة الأخرى .

حيث يخترق الإشعاع التركيب الجزيئي للحامض النووي الـ (DNA) مما يؤدي إلى زيادة في تكاثر الخلايا في الأنسجة المتعرضة للإشعاع لتعويض التالف ، متسبباً بمرض السرطان و تشمل خطورته كلاً من جسم الإنسان – الحيوان – النبات – الحشرات وتعلق في الهواء وتدخل إلى المياه والى باطن التربة ...

كيف يدخل إلى جسم الإنسان ؟

إما عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع أو التماس الجلدي ، ويعتبر الاستنشاق أكثر حالات التعرض أثناء أو بعد الحروب .

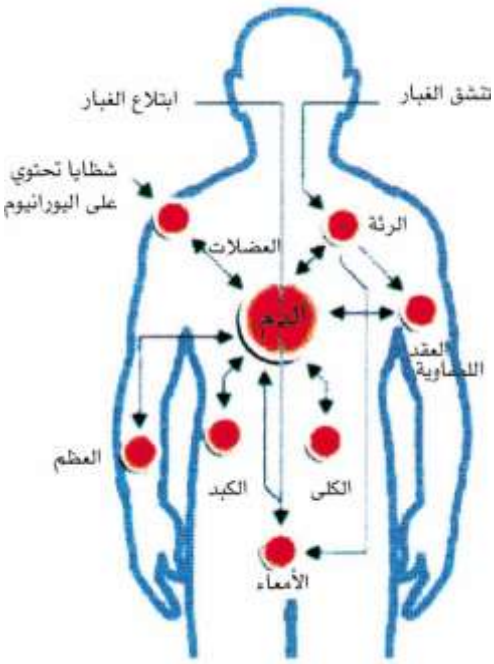
وقد يستنشق اليورانيوم المنضب أثناء اندلاع حريق في مستودع يحتوي ذخيرة مصنعة من اليورانيوم المنضب، ويحدث الابتلاع عند فئات كثيرة من السكان نتيجة تلوث مياه الشرب أو الأغذية باليورانيوم المنضب، ويعتبر التعرض لليورانيوم عن طريق تماس الجلد من أقل الحالات أهمية لأن كمية اليورانيوم المنضب التي تخترق الجلد لتصل إلى الدم تظل قليلة . ولكن يمكن أن يصل إلى الدورة الدموية من خلال الجروح المفتوحة أو من شظايا اليورانيوم المنضب. وكما هو معروف فإن جسم الإنسان وسط

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مائي ولهذا يتم امتصاص مركبات اليورانيوم المنضب التي تذوب في الماء من خلال الرئتين في فترة لا تتجاوز أياماً قليلة، أما مركبات اليورانيوم المنضب التي لا تذوب في الماء فقد يمتصها الجسم خلال شهور أو سنوات .

ويدخل اليورانيوم المنضب الجسم على شكل معدن « شظايا » أو مركبات على شكل أكسيدات اليورانيوم المنضب الناتجة عن احتراقه مثل : ثماني أكسيد ثلاثي اليورانيوم المنضب U_3O_8 , ثاني أكسيد اليورانيوم المنضب UO_2 , ثلاثي أكسيد اليورانيوم المنضب UO_3 . وتعتبر هذه الأكسيدات غير قابلة للذوبان في الماء بسرعة , ولكنها تذوب ببطء (أسابيع لثلاثي أكسيد اليورانيوم المنضب UO_3 وسنوات لثماني أكسيد ثلاثي اليورانيوم المنضب U_3O_8 وثاني أكسيد اليورانيوم المنضب (UO_2) .

وتعتبر الكلى العضو الأكثر تأثراً باليورانيوم المنضب حيث يؤدي إلى موت و تلف خلايا الكلى أو عدم قدرة الكلى على تصفية الدم وتنقيته . وذلك حسب تركيز



اليورانيوم , ويتخلص جسم الإنسان من 90 % من اليورانيوم المنضب القابل

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

للذوبان الذي يصل الدم خلال الكلى في غضون أيام قليلة بعد التعرض مباشرة . أما الـ 10 % الباقية فتترسب في العظام وباقي أعضاء الجسم ، ويتم التخلص منها على فترات طويلة ، وإذا ما تم استنشاق كمية من أكسيدات اليورانيوم المنضب غير القابلة للذوبان فإنها تبقى سنوات طويلة في الرئتين ويتم امتصاصها ببطء إلى الدم ثم تطرد من الجسم عن طريق الكلى .

أعراض الإصابة بالإشعاع

أما عن أعراض الإصابة فإنها غير محددة ، فهناك أعراض تتعلق بالأعضاء مثل تغييرات في الجهاز التنفسي ، من سعال وضيق في التنفس ، وهناك أمراض في الكلى وفي الجهاز البولي ، ويوجد نوعان من التأثيرات الجسمية من الأشعة : التأثير الحاد المباشر : وهذا يحدث نتيجة التعرض لجرعة عالية من الأشعة خلال فترة قصيرة من دقائق قليلة إلى عدة أيام، وتتراوح الأعراض من غثيان وتقيؤ وفقدان الشعر وتغير في تركيب الدم وتغيير في التركيب الوراثي إلى موت سريع ، وتظهر الأعراض بعد التعرض مباشرة لجرعات عالية من الأشعة .

التأثير البطيء : وهذا يحدث نتيجة للتعرض لجرعات منخفضة من الأشعة لفترات طويلة تصل إلى سنوات عديدة، وتتمثل الأعراض في احتمال الإصابة بالسرطان في أحد أعضاء الجسم ، ويعرف الزمن المستغرق للتعرض للأشعة بزمن التعرض ، وتعرف كمية الأشعة الممتصة بمعدل الجرعة الممتصة من الإشعاع ، ولكي نفهم التأثير التخريبي المدمّر لليورانيوم المنضّب على الحياة، لابد لنا من الإطلاع على صورة الـ (DNA) حيث تكمن شفرة الحياة وفيها كل معانيها.

تصور بسيط للحامض النووي(DNA) :

يتكون جزيء الـ DNA من شريطين متقابلين ومتماسكين يلتفان حول بعضهما بشكل ظفيرة حلزونية ، وكل شريط منهما عبارة عن سلسلة من النيوكليوتيدات ، والنيوكلتيد الواحد يتكون من سكر خماسي وفوسفات وقاعدة نتروجينية ، وتتماسك النيوكليوتيدات المتعددة ببعضها داخل الشريط الواحد بواسطة روابط قوية يصعب فكها بين الفوسفات والسكر الخماسي ليكون سلسلة متماسكة تمثل العمود الفقري للـ (DNA) . هذا

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

يظهر على الجانب الخارجي للشريط أما على الجانب الداخلي منه ، فتوجد القواعد النتروجينية الأربع التي تتكامل مع مثيلاتها من الجانب المقابل وتتماسك معها بروابط هيدروجينية ضعيفة من السهل انحلالها ، وهذه القواعد النتروجينية الأربع يمكن تشبيهها بأربعة حروف تكوّن بتتابعاتها المختلفة أبجدية الشفرة الكامنة في الـ (DNA) والحروف الأربعة هي الأدنين (A) والغوانين (G) والسيتوزين (C) والثيامين (T) . ومن خلال هذا التصميم الرباني المذهل !! .. يسبب تعرض هذا الجزيء لإشعاع نافذ في حدود ومقادير معينة ، تأثيراً بالغاً في من وظائف الـ (DNA) الكثيرة و يمكن القول أن تأثير طاقة إشعاع اليورانيوم على الحياة تؤدي إلى تعطيل وظائف في أماكن متعددة من الجسم الإنساني وهذا يؤدي إلى أعراض مرضية غير معتادة ، لا يمكن تشخيصها .. تبدو في اضطرابات وظيفية حيوية لا يعرفون لها سبباً...!!!.وكذا يحصل في مواقع للأعضاء المتعرضة للإشعاع ، متسبباً بمرض السرطان وبكل أنواعه وحسب مكانه ومواقع إصابته ، مع أسباب أخرى تتعلق بالشخص وتتوافق مع قوته وضعفه . فتغير أي واحدة أو أكثر من القواعد النتروجينية من مكانها في السلسلة أو فقدانها أو تغير تتابع تسلسلها أو دوران موقعها بسبب قوة الإشعاع المخترق لبناء الـ (DNA) ، أو فقدان حتى ذرة واحدة أو زيادتها ، فإنه يؤثر في الصفة أو الصفات الوراثية المسؤولة عنها تلك المواقع والجينات المتغيرة بسبب الإشعاع وقد يحصل ذلك بنتائج قبيحة لصور المواليد المشوهة :

<u>طرق الوقاية من تأثير المواد المشعة والإشعاعات الضارة :</u>

إن أفضل طريقة للوقاية من المواد المشعة والإشعاعات الضارة هو الابتعاد عنها وعدم التعرض لها . بالإضافة لذلك فإن استعمال بعض الأدوية التي تخفض الحرارة

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في الجسم والفعالية الهضمية مثل مواد التخدير وغيرها يعتبر مفيداً . أضف لذلك توجد مركبات دوائية واقية تعرف باسم : CYSLEINE التي تحتوي على الأحماض الأمينية والتي هي أساسية لتشكيل بروتين الجسم الطبيعي .

تكون المواد المشعة عادة أقل ضرراً إذا كانت غير قابلة للانحلال في جسم الإنسان ، حيث يتم التخلص منها عبر طرحها عن طريق البراز أو البول . كما إن الأدوية التي تمثل مضادات حيوية لها تأثير إيجابي جيد عندما تتعرض خلايا الدم البيضاء لأضرار كبيرة من الأشعة .

هناك طرق عديدة للمعالجة من تأثير الأمراض الإشعاعية . أولها التزام المريض الفراش والعناية الجيدة بالغذاء والدواء . كما ثبت أن للبنسلين فوائد جمّة .

اليورانيوم المخصب :

كما ذكرنا أن اليورانيوم U-235 الذي يشكّل نسبة 0.7% فقط , عندما نرفع هذه النسبة عندئذ يسمى باليورانيوم المخصب وعادة يجب أن تكون نسبة التخصيب 10 % أو 20 % أو لغاية 50 % حتى يصلح هذا اليورانيوم لصنع القنبلة الذرية . إن التخصيب لغاية 5 % لا يصلح لصنع القنابل الذرية....

مركبات اليورانيوم :

من مركبات اليورانيوم : الفلوريدات و الأكاسيد و الكلوريدات :

أولاً : UF4 رباعي فلوريد اليورانيوم

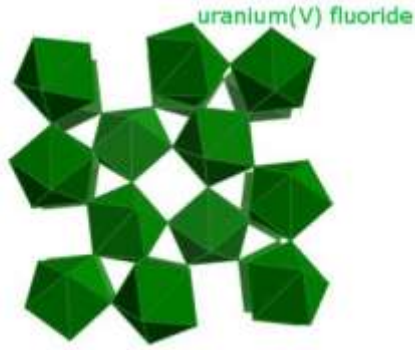
بإمكاننا الحصول على معدن اليورانيوم بمعاملة رباعي فلور اليورانيوم مع الكالسيوم أو المغنيزيوم كما يلي :

$$UF_4(s) + 2Ca(s) \longrightarrow U(s) + 2CaF_2(s)$$

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

---

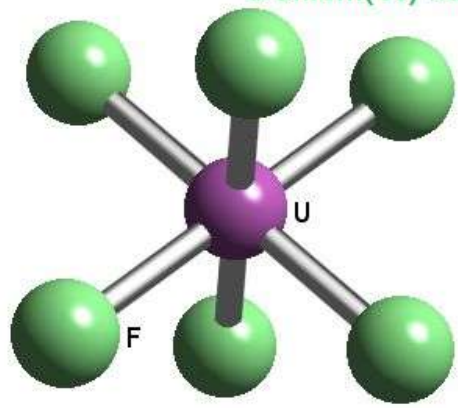
ثانياً : UF5 خماسي فلوريد اليورانيوم uranium (V) fluoride



اللون : أزرق شاحب جداً
المظهر: صلب بلّوري
درجة الانصهار : 348 °C

ثالثاً : سداسي فلور اليورانيوم UF_6 **uranium (VI) fluoride**

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved: http://tarek.kakhia.org



اللون : الأبيض , المظهر : صلب بلّوري

درجة الانصهار: 64 ^{o}C درجة الغليان : 56.5 °C

يمكننا الحصول عليه بمعالجة رباعي فلور اليورانيوم بغاز الفلور:

$$UF_4(s) + F_2(g) \longrightarrow UF_6(g)$$

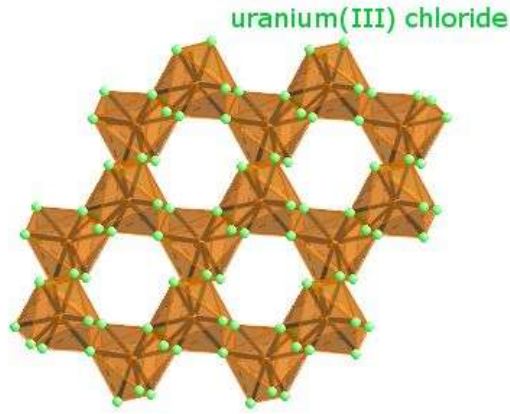
رابعاً: UCl_3 كلوريد اليورانيوم

اللون : الأخضر

المظهر: صلب بلّوري

درجة الانصهار: 837 °C

درجة الغليان : 1657 °C

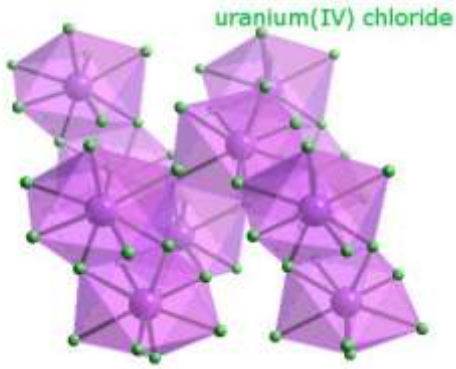


Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

خامساً: UCL_4 كلوريد اليورانيوم

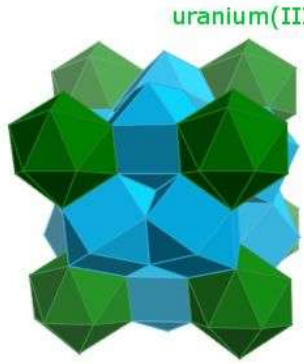
اللون : الأخضر , المظهر : الصلب البلّوري

درجة الانصهار : 590 ° C , درجة الغليان : 791 ° C



سادساً : هيدريد اليورانيوم UH_3

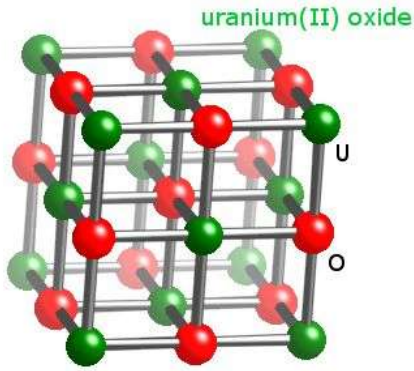
اللون : رمادي أو أسود , المظهر: صلب بلّوري



سابعاً : UO_2 أكسيد اليورانيوم

اللون: أسمر مُظلم , الظهور: صلب بلّوري , درجة الانصهار : 2827 ° C

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



إن تفاعله مع غاز فلور الهيدروجين يعطينا رباعي فلور اليورانيوم :

$$UO_2(s) + 4HF(g) \longrightarrow UF_4(s) + 4H_2O(g)$$

عندما نغذي الناتج مع غاز الفلور نحصل على UF_6 :

$$UF_4(s) + F_2(g) \longrightarrow UF_6(g)$$

ثامناً : ثلاثي أكسيد اليورانيوم UO_3

اللون: أصفر برتقالي

المظهر: صلب بلّوري

تحضيره : يحضر من أملاح نتريت اليورانيوم مع الأوكسجين :

$$2UO_2(NO_3)_2 \longrightarrow 2UO_3 + 4NO_2 + O_2$$

ويتحول إلى أكسيد اليورانيوم من خلال التفاعل التالي :

$$UO_3(s) + 2H^+(aq) \longrightarrow UO_2^{2+}(aq) + H_2O$$

و معاملته مع غاز الهدروجين نحصل على :

$$UO_3(s) + H_2(g) \longrightarrow UO_2(s) + H_2O(g)$$

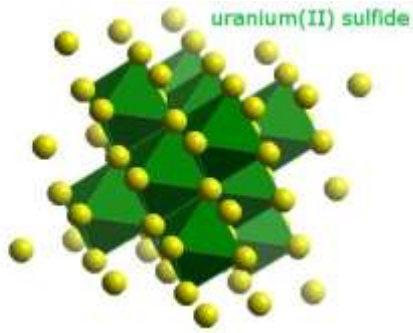
تاسعاً : كبريت اليورانيوم **US**

اللون : فضي

المظهر: صلب بلّوري

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

درجة الانصهار : 246 °C

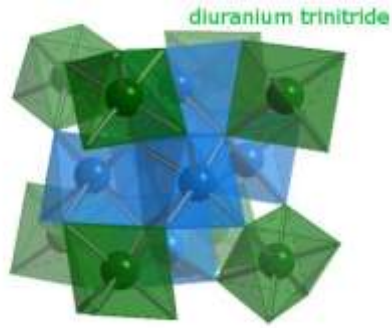


عاشراً : U_2N_3 نتريد اليورانيوم

اللون : رمادي مُظلم

المظهر : صلب بلّوري

درجة الانصهار : 900 درجة مئوية



التفاعلات النووية

تَحْدثُ العديد مِنْ أنواعِ التفاعلات النووية نتيجة امتصاص الجزيئاتِ مثل النيوترونِ أَو البروتونات حيث أن التفاعلات النووية يُمْكِنُ أَنْ تُكْتَبَ بأسلوب مشابه لمعادلاتِ التفاعل الكيميائي .

يعطي التفاعل النووي بالشكل التالي :

$$a + X \rightarrow Y + b \qquad \text{or} \qquad X(a,b)Y$$

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تتميزالتحولات النووية بإصدار طاقة قَدْ تكُون على شكل حرارةٍ فقط أو حرارة وضوء معا كما في حالة العناصرِ المُشعّة .

التفاعلات النووية في أغلب الأحيان تصدر طاقة أكثر بكثير ٍمنْ التفاعلات الكيميائية . لهذا استعملت في القنابلِ النووية , وكذلك في محطاتِ توليد الكهرباء .

و تقسم التفاعلات النووية إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

* التفاعلات النووية المصحوبة بتغير العدد الذري Z
* التفاعلات النووية غير المصحوبة بتغير العدد الذري Z
* التفاعلات النووية المصحوبة بانشطار النوى الثقيلة .

و لندرس كل منها بشيء من التفصيل :

النوع الأول : يؤدي هذا النوع من التفاعلات إلى إنتاج نوكليدات (عناصر مشعة أو نظائر مشعة) مع ما يسمى بالحوامل , و الحامل هو نظير مستقر للعنصر المشع المدروس . أهم هذه التفاعلات هو التفاعل (n , γ:) تتم هذه التفاعلات بشكل فعال باستخدام نيترونات ذات طاقة تبلغ : **E = 0.025 EV**

و تسمى هذه النيترونات بالنيترونات الحرارية أو الدافئة ...و هي في حالة توازن مع ذرات و جزيئات الوسط الخارجي في درجة حرارة الغرفة .

تتميز هذه التفاعلات بعدة خصائص منها :

1 _ عمومية هذا التفاعل ... حيث يمكن الحصول على نظائر مشعة لكافة عناصر جدول **مندلييف** الدوري .

2 _ المقطع التفاعلي المرتفع لالتقاط الإلكترونات من أجل العديد من التفاعلات .

3 – احتمال ضئيل لحدوث تفاعلات ثانوية . و الذي يعد من محاسن هذا التفاعل .

و هناك العديد من الأمثلة حول هذا النوع من التفاعل . و لنأخذ مثالا حول اليورانيوم :

$$^{238}U + {}_0^1n \longrightarrow {}^{239}U + \gamma$$

النوع الثاني : يتميز هذا النوع من التفاعلات أنه بإمكاننا الحصول على عنصر يختلف بعدده الذري عن النوكليد المستخدم في عملية التعريض ...مثل

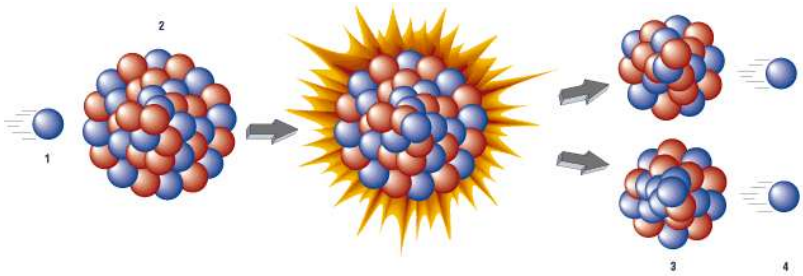
Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

التفاعلات: (n . p) أو (α , p) أو (p , γ) و غيرها ....علما أن طاقة النيترون المستخدم تتراوح بين : **En = (0.1 _ 1) EV**

و تسمى هذه النيترونات بالنيترونات السريعة . و لنأخذ مثالا عنها :

$$^{239}Np + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{239}U + \gamma$$

النوع الثالث : تفاعل الانشطار النووي و يحدث تحت تأثير الأشعة الكهرطيسية و الجسيمات النووية ...حيث تؤدي اختراق هذه الجسيمات إلى انقسام النوى إلى قسمين أو أكثر و تتحرر كمية هائلة من الطاقة النووية ....



ويعبر عنه : بالتفاعل المتسلسل النووي : حيث

استطاع العالم الفيزيائي الإيطالي **فيرمي** عام 1938 مع تلامذته و عدد من العلماء الآخرين في ذلك الوقت أن يكتشف أن اليورانيوم _ المنشط بالنيترونات بطريقة فيرمي _ يحتوي على عنصر اللانتانيوم .. و لم يكن هناك سوى تفسير وحيد لهذه الظاهرة هو : أن ذرة اليورانيوم تنقسم بتأثير النيترونات إلى قسمين متكافئين نوعاً ما , لكن النواتين الناتجتين عن الانقسام تحويان عدد زائد من النيترونات و بالتالي هناك إمكانية لحدوث تفاعل متسلسل ..

إن أول انقسام نووية تم تحقيقه هم تفاعل انقسام اليورانيوم _235 المعرض للنيترونات و له المخطط العام التالي :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

$$^{235}U + {}_0^1n \longrightarrow {}^{144}Ba + {}^{89}Kr + 3{}_0^1n + 10^6 \text{ درجة}$$

و يترافق هذا التفاعل بتحرر كمية هائلة من الطاقة و يتحرر من (3 _ 2) نيترون , هذه النيترونات الناتجة بإمكانها و ضمن الشروط المطبقة أن تحدث تفاعل انقسام آخر و التي بدورها تؤدي إلى إصدار عدد آخر من النيترونات , و هكذا....فإن أفعال الانقسام اللاحقة للانقسام الأولي تحدث تلقائيا تحت تأثير النيترونات الوليدة الثانوية فالعملية أخذت طبيعة سلسلية تضاعفية ... مؤدية إلى ما يسمى بالانفجار النووي ... و سنتحدث عنه لاحقا ....

فهو تفاعل انشطار النوى الثقيلة إلى نوى خفيفة أو متوسطة الكتلة الذرية , حيث طاقة الدقائق النووية داخل نوى هذه العناصر حوالي 8,5 Mev ....

لكن هناك ظاهرة متميزة و ممتعة عند دراسة انشطار اليورانيوم ...!!! و هي ظاهرة النيترونات المتأخرة أو اللاحقة .فإذا أخذنا اليورانيوم و قمنا بتعريضه إلى نيترونات لفترة زمنية ثم أوقفنا التعريض نجد أن (0,2 _ 1 %) من النيترونات تتأخر ثانية واحدة ....و (0,07 %) تتأخر دقيقة واحدة ... حتى أنه بعد 13 دقيقة يظهر نيترون متأخر عند تعريض اليورانيوم لنيترونات عالية الطاقة ... تم إثبات أن ظهور النيترونات المتأخرة يتعلق بتحول نوى شظايا اليورانيوم حيث تمتلك هذه الشظايا فائض من الطاقة كاف لطرد بعض النيترونات من النوى .... و يوافق انشطار اليورانيوم طاقة حرارية هائلة تبلغ حوالي 200 Mev . و يتم تفاعل الانشطار إذا كانت طاقة الجسيمات النووية المستخدمة في عملية القذف أكبر من طاقة الارتباط النووي فعندئذ يتم تحطيم النواة .

بفرض أن انقسام اليورانيوم _235 يتم إلى جزأين متماثلين حيث تحمل كل شظية ناتجة شحنة مقدارها 46 أي 92 / 2 بروتوناً بينما تكون الكتلة الذرية 119 أي (238 / 2) , و بالنظر إلى الجدول الدوري نجد أن العنصر الذي يملك هذا العدد الذري هو البالاديوم $^{119}_{46}$ Pa لكن هذا العنصر المشع الذي يملك نظائر مشعة أثقلها يملك كتلة ذرية 110و بالتالي كل من نصفي اليورانيوم الناتج يملك فائض 9 نيترونات , لذلك تخضع نواتج التشظي لأكثر من تحول بيتا ....

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

تم إثبات أن البالاديوم يعاني 4 تحولات بيتا للوصول إلى العنصر المستقر و هو القصدير الذي يملك رقم كتلة 119 كما يلي :

$$^{119}_{46}\mathbf{Pa} \longrightarrow \mathbf{4B^-} \quad {}_{50}{}^{119}\mathbf{Sn}$$

من خلال هذا التفاعل تم الإثبات أن عدد النيترونات الناتجة من انقسام اليورانيوم تختلف من تفاعل انقسام لآخر .. لكن العدد الوسطي للنيترونات الثانوية يتراوح بين 1 إلى 3 أي : $\mathbf{1 \leq n \leq 3}$

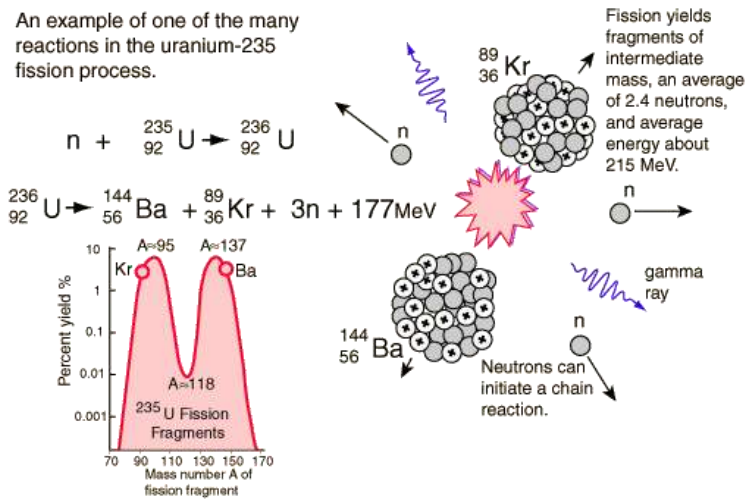
كما تم إثبات أن النيترونات الحرارية هي التي تقوم بفعل الانقسام لنوى اليورانيوم و ليست النيترونات ذات الطاقة العالية فليس المهم في فعل الانقسام طاقة النيترون المستخدم و لكن فعل التغلغل و القدرة على الوصول لنواة . وجد أن نظائر اليورانيوم الثلاثة لا تنقسم تحت تأثير النيترونات ذاتها ... تم إثبات ذلك من خلال فصل النظائر عن بعضها البعض من المزيج الطبيعي لليورانيوم , حيث تم إثبات أن U _ 235 ينقسم تحت تأثير النيترونات الحرارية , بينما ينقسم U 238 تحت تأثير النيترونات السريعة ...

يمكن أن ينقسم U_235 تحت تأثير النيترون السريع و لكن إمكانية حدوثه بطيئة لأن المقطع الفعال لنواة اليورانيوم صغير جدا....

لذلك استخدام اليورانيوم 238 في القنبلة النووية يعيق التفاعل لأن التفاعل يتم تحت تأثير النيترونات البطيئة .

و يوضح الرسم التالي انشطار اليورانيوم _235 :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org



حيث أثبت العالم **فلوروف** أن طاقة النيترونات السريعة تبلغ أكثر من 1 Mev , أي أن التقاط نترون سريع طاقته أكبر من 1 Mev يؤدي إلى إنتاج النظير 239 و الذي يؤدي فيما بعد إلى إعطاء مركبات ترانس يورانيوم مثل البلوتونيوم و النبتونيوم نتيجة تحول بيتا :

$$^{238}U + {}_0^1n \longrightarrow {}^{239}U \longrightarrow {}_{-1}^{0}e + {}_{93}^{}{}^{239}Np$$

تفاعلات الاندماج النووي

ببساطة يمكن تعريف تفاعلات الاندماج النووي أنها تفاعل اندماج النوى الخفيفة مع بعضها لإعطاء النوى الثقيلة ...

مثل تفاعل اندماج نواتي ديتريوم مع بعضهما :

$$_1^2D + {}_1^2D \longrightarrow {}_1^3T + {}_1^1p + 3.6\ Mev$$

و هناك الكثير من التفاعلات التي تتم عن طريق نواتين مختلفتين مثل :

$$_1^2D + {}_1^3T \longrightarrow {}_2^4He + 2\,{}_0^1n + 3.26\ Mev$$

و أيضاً التفاعل التالي :

$$_2^3He + {}_2^3He \longrightarrow {}_2^4He + 2\,{}_1^1p + 12.66\ Mev$$

و غيرها من التفاعلات الكثيرة كالتفاعلات التي تجري في الشمس و النجوم و الكون المحيط ...

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

مع العلم أن هناك صعوبة في تحقيق الاندماج و ذلك للسيطرة على قوى التدافع الكولوني الهائل بين النوى و لاسيما عند الاقتراب أثناء الاندماج , لذلك لابد أن تمتلك هذه النوى طاقة حركية هائلة للتغلب على قوى التدافع هذه .

مع الملاحظة أن اليورانيوم لا يدخل بتفاعل اندماج ... لأنه أكثر العناصر الثقيلة في الطبيعة , و تفاعلات الاندماج لا تتم إلا للنوى الخفيفة .

أيهما أفضل الانشطار أم الاندماج !!!؟؟؟

من حيث الطاقة المتحررة :

إذا أردنا أن نقيّم كل من عمليتي الانشطار و الاندماج , ليس من الصحيح أن نقيّم على أساس الطاقة المتحررة في كل من العمليتين عند كل تفاعل نووي ... و لكن الطاقة الناتجة عند تفاعل غرام واحد من المادة المتفاعلة ...

حيث أن عدد ذرات اليورانيوم أقل بـ 2 / 235 في الغرام الواحد من عدد ذرات الديتريوم في الغرام الواحد , و بالتالي عدد التفاعلات عند دخول غرام واحد من اليورانيوم أقل بـ 2 / 235 مرة منه عند دخول غرام واحد من الديتريوم _ إذ أن الاندماج بحاجة إلى نواتين _

و الطاقة الوسطى المتحررة من تفاعل انقسام واحد حوالي 200 Mev , أما من أجل اندماج واحد من الديتريوم فيحرر طاقة وسطى جوالي 3.6 Mev

انقسام :

$$^{235}U + {}_0^1n \longrightarrow {}^{144}Ba + {}^{89}Kr + 3{}_0^1n + 200\ Mev$$

اندماج :

$${}_1^2D + {}_1^2D \longrightarrow {}_1{}^3T + {}_1^1p + 3.6\ Mev$$

و بالتالي نسبة الناتج النوعي للطاقة من اجل عمليتي الانشطار و الاندماج تكون تساوي الواحد تقريبا ... و يكون الناتج في كل من العمليتين يساوي حوالي 23 ميغا واط . ساعة \ غرام .

و أما من الناحية الاقتصادية لكل من التفاعلين :

إن ثمن غرام واحد من الديتريوم أقل بـ 100 مرة من ثمن غرام واحد من اليورانيوم _235 _ , وإضافة إلى أن المخزون الطبيعي الديتريوم لا يتلاشى و لا

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

ينضب بينما اليورانيوم لابد أن ينتهي يوما ما , لان له نصف عمر معين ...و بالتالي لابد من توجيه الاقتصاد للاستفادة من تحقيق تفاعل الاندماج النووي ...

من ناحية التلوث :

إن الديتريوم و تفاعل الاندماج بشكل عام لا يسبب تلوثا للبيئة لأنه غير مشع , بخلاف تفاعل الانشطار و ما يسببه من تلوث إشعاعي مضر بالبيئة ..

و بالتالي نستنتج مما سبق أن تفاعل الاندماج هو الأفضل بشكل عام بالمقارنة مع تفاعل الانشطار .

آلية التفاعل النووي

هناك تصور انه يتم على مرحلتين :

المرحلة الأولى : اتحاد القذيفة مع نواة الهدف و تشكيل نواة وسطية مهيجة خلال زمن قدره 10^{-21} ثانية :

$$A + a \longrightarrow [\ A^*\ ]$$

المرحلة الثانية : انحلال النواة الوسطية المحرضة و إعطاء ناتج التفاعل النووي خلال زمن قدره 10^{-12} ثانية حيث تستمر عملية التصادم بين الأشعة الكهرطيسية و الجسيمات النووية من جهة مع النواة الوسطية المهيجة مدة 10^{-21} ثانية ثم تعطي نواتج التفاعل . علما أن مدة الحياة النواة الوسطية المهيجة أكبر بكثير من زمن التصادم 10^{-21} ثانية بسبب توزع طاقة التحريض النووي الكبيرة على عدة نواتج يمكن أن تصدر عند التفاعل النووي , حيث لا تملك الجسيمات النووية الصادرة عن النواة الطاقة الكافية للانفصال عنها مباشرة ...

مثلا : $^{238}U + {}_0^1n \longrightarrow [\ ^{238}U^*\ ] \longrightarrow {}^{239}U + \gamma$

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المفاعلات النووية

هي عبارة عن محطات خاصة يمكن من خلالها التحكم بسيل النيترونات المتحررة عن الانقسام النووي ...و تختلف المفاعلات النووية حسب التصميم و الأهداف التي وضعت من أجلها ,و تستخدم عدة عناصر كوقود, من أهمها : اليورانيوم الطبيعي , اليورانيوم _233 , اليورانيوم المخصب بالنظير _235 , البلوتونيوم _239 .

تستخدم المفاعلات النووية المخصصة لصناعة الأسلحة مادة بلوتونيوم 239 أما في المفاعلات السلمية فيتم إنتاج نظائر أخرى للبلوتونيوم مثل بلوتونيوم 240 ، و بلوتونيوم 241 ، و بلوتونيوم 238 ؛ وذلك لأن وقود المفاعل يتعرض لإشعاع النيوترون لفترات أطول ، ومن الممكن استخدامها أيضا لإنتاج المتفجرات النووية و تختلف أبعاد المفاعل النووي الذي يولد حوالي 1000 ميجا واط من الطاقة الكهربائية تبعا لـ : نوع الوقود المستخدم , طريقة تخفيض سرعة النيترونات , طريقة تصريف

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الحرارة . و قد يصل أبعاد المرجل ما بين خمسة و عشر طوابق و يصل قطره إلى عشرة أمتار .

و للتحكم و تنظيم حدوث التفاعل التسلسلي في المفاعل النووي تستخدم مجسات خاصة مصنوعة من مواد فعالة لامتصاص النيترونات مثل الكادميوم , و يؤمن كل مفاعل نووي بمنظومة تبريد (الماء الثقيل , الماء العادي , الهليوم) ووفقا للهدف التي وضع المفاعل من أجله تقسم إلى :

1_ مفاعلات لإنتاج المواد القابلة للانقسام (بلوتونيوم _239)

2_ مفاعلات لإنتاج تيارات نيترونية ذات إستطاعات عالية .

3_ مفاعلات نووية للحصول على الطاقة .

4_ مفاعلات للأعمال التجريبية و المخبرية .

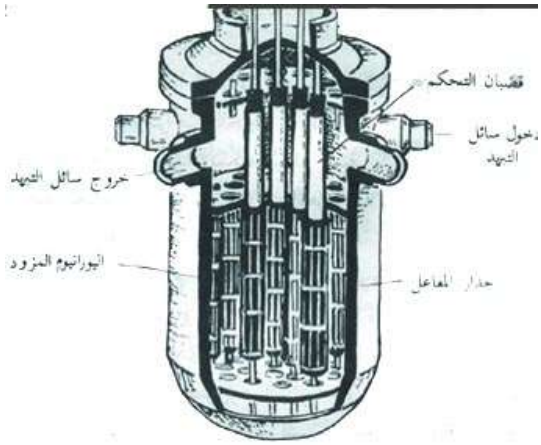
و الفرق بين مفاعلات البحث ومفاعلات توليد للطاقة , هو أن مفاعلات البحث تُستخدَم لإجراء الأبحاث العلمية وإنتاج النظائر لأهداف طبية وصناعية ، وهي لا تستخدم لإنتاج الطاقة . أما مفاعلات الطاقة فيتم استخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية .

على مستوى العالم هناك 284 مفاعلاً نوويًّا للأبحاث في 56 بلداً ، وتستخدم المفاعلات النووية أيضا كمصانع لإنتاج الأسلحة في البلدان التي تمتلك برامج حرب نووية ؛ فيمكن استخدام المفاعلات النووية السلمية لإنتاج الأسلحة النووية وإجراء الأبحاث المتعلقة بها .

وتعمل المفاعلات النووية على مبدأ الانشطار النووي وذلك من خلال انشطار نواة الذرة ، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة حرارية .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وتعتبر مادة اليورانيوم 235 هي الوقود الرئيسي المستخدم في المفاعلات النووية ، كما يمكن استخدام البلوتونيوم 239، ويحدث الانشطار النووي لذرات اليورانيوم بإطلاق النيوترونات عليها ، وعندما تنشطر بعض الذرات فإنها تطلق النيوترونات ، واصطدام هذه النيوترونات مع ذرات أخرى يسبب انشطارها فيتم تحرير المزيد من النيوترونات ، وهكذا يستمر رد الفعل المتسلسل مسبباً توليد كمية هائلة من الطاقة الحرارية ، ويتم التحكم بمعدل الانشطار النووي في المفاعل باستخدام " **قضبان تحكم** " التي تقوم بامتصاص بعض النيوترونات المتحررة ، فهي تسمح بتنظيم الانشطار النووي والتحكم الآمن به . كما يتم استخدام نظام تبريد مائي للتخلص من الحرارة المفرطة التي تنتج أثناء العملية...



ويستخدم البخار الذي تم توليده لتدوير العنفات التي تولد الطاقة الكهربائية .

و أما عن تاريخ المفاعلات النووية فقد نشرت براءة اختراع مشتركة لفرمي و زيلارد في (المفاعل النيوتروني) أول مرة عام 1955 ، كما أن كيميائيين من برلين هما : (هان) Hahn و (ستراسمان) Strassmann جعلا اليورانيوم يخضع للانشطار Fission عن طريق قذفه بالنيترونات . وكان للقاء الذي جمع الفيزيائيان الأوروبيان فيرمي Fermi و زيلارد Szilard في عام 1939 وإنجاز أول تفاعل نووي متسلسل nuclear chain reaction في عام 1942 وتفعيل مشروع **مانهاتن** لتصنيع القنابل الذرية في 1945 . طرأت فكرة التفاعل المتسلسل على ذهن

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

زيلارد. لقد تخيل زيلارد انه لو قذف نيترون ما النواة وشطر الذرة ، فإن الانشطار الحاصل قد يحرر طاقة الربط binding energy التي تحافظ على تماسك الذرة تلك و التي قد تتحرك بدورها مما قد يسمح لها بضرب الذرات الأخرى وشطرها . فإذا تحرر أكثر من نيترون واحد من كل انشطار ذرة ، يمكن أن تتسع العملية اتساعا كبيرا، مع ملايين الذرات منشطرة في جزء من الثانية ومحررة كميات هائلة من الطاقة .

إن الآثار التي ترافق عمل و إنتاج الطاقة من هذه المحطات على البيئة و الإنسان .. كثيرة و يمكن تلخيصها كما يلي :

1 _ الإشعاعات الناتجة عن نشاط و عمل المفاعلات ككل .

2 _ التلوث المرتبط بالتعامل مع الوقود النووي و العمليات التي ترافق تجهيزه للاستخدام في المفاعل النووي و كذلك في عمليات التعدين .

3 _ التلوث المتعلق بالفضلات النووية الناتجة عن تشغيل المفاعلات .

4 _ التلوث الناتج عن تصريف الماء الساخن من المحطات عند تبريد العنفات المولدة للطاقة الكهربائية

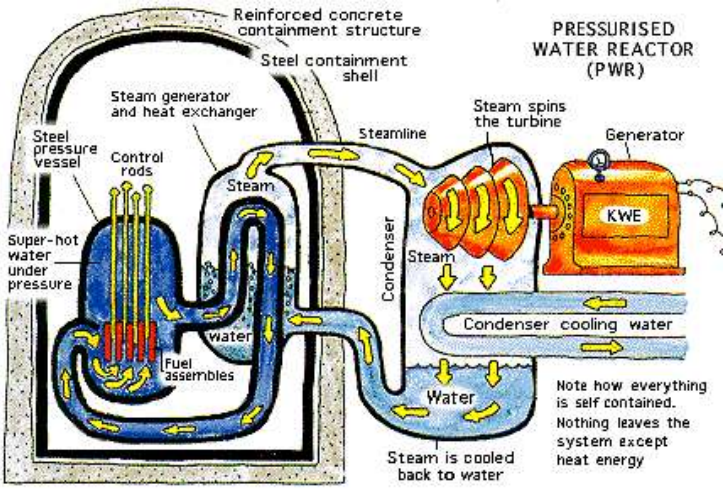
نقول .... إنه يمكن أن يحوي المفاعل النووي على ما يقارب 50 إلى 100 طن متري من الوقود على شكل قضبان من أكسيد اليورانيوم , ذات أقطار في حدود سنتيمتر واحد , و طول بحدود 3,5 متر . و يحوي قلب المفاعل على حوالي 40,000 من هذه القضبان المشعة .

و يمكن التحكم بمقدار الطاقة الحرارية التي يولدها التفاعل النووي عبر التحكم بقضبان أخرى ماصة للنيترونات الصادرة عن المادة المشعة ... و المصنوعة في الغالب من الكادميوم و يحاط المفاعل بجدران سميكة من الإسمنت و الفولاذ لا تقل سماكتها عن 1 متر مع بطانة فولاذية لا تتأثر بالبخار. و تكون

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

قضبان الوقود النووي مغطاة بالفولاذ غير القابل للصدأ أو بخلائط الزركنيوم , و لكن التغطية بالغالب لا تكون مثالية حيث تتسرب كمية من الوقود عبر الشقوق و الفجوات و تنتقل إلى السائل التبريد المستخدم لنقل الطاقة الحرارية الناتجة عن الانشطار النووي .

إن حدوث نقص في سائل التبريد في أي مفاعل أمر شديد الخطورة حيث تتسرب الحرارة الناتجة عن الانشطار في رفع حرارة مركز المفاعل و انصهار الوقود النووي في النهاية وحدوث مأساة شبيهة , كما حدث في **تشير نوبل** 1986 .



بحلول عام 1939 عرف الفيزيائيون أن (الماء الثقيل) heavy water كان مهدئاً كافياً . فالماء العادي أو (الماء الخفيف) يتألف من ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين ، حسب الصيغة المألوفة H_2O أما في الماء الثقيل فإنه يتألف من ذرتي الهيدروجين الثقيل . وهو ما يسمى الديتريوم deuterium . مع الأكسجين . ومازال الماء الثقيل يستخدم مهدئا فعالا لوقود اليورانيوم الطبيعي في المفاعلات الذرية الحالية رغم أنه باهظ الثمن ونادر ، أما الماء العادي فيستخدم لتخصيب وقود اليورانيوم .

و نقول من هذا المنطلق أن هناك أربعة أنواع من المفاعلات :

- مفاعلات ماء _ ماء : يستخدم بها الماء العادي كمهدئ و ناقل حراري معا .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

- مفاعلات جرافيت _ ماء : الماء ناقل و الجرافيت مهدئ للنيترونات .

- مفاعلات فيها الماء الثقيل مهدئ للنيترونات و الماء العادي ناقل حراري .

- مفاعلات جرافيت _ غاز : الجرافيت مهدئ و الغاز ناقل حراري .

حادثة تشير نويل Chernobyl

حَدثتْ هذه الكارثةِ الكبيرة في 26 أبريل / نيسان عام 1986 في محطة الطاقة النوويةِ في تشيرنوبل , و التي يبعد 128 كيلومترَ شمال غرب Kiev في أوكرانيا ، جزء من الاتحاد السوفيتي سابقاً .

سبب الكارثةِ كَانَ عطل ضمن المفاعل ... علماً أن العديد مِنْ تفاصيلِ الحادثِ ما زالَتْ مجهولة . اعتقد بَعْض الناسِ أن مَن سبب الحادث العاملين و المسؤولين عن العمل في المفاعل حيث كَانوا شديدي الثقة في اتخاذ القراراتِ . قالَ آخرون أن عيباً في تصميمِ المفاعلِ و في أنظمةِ الأمانَ .

الكارثة في تشيرنوبل أَثّرتْ على الناسِ في جميع أنحاء العالم وأَثّرتْ على المناطقِ المُخْتَلِفةِ أيضاً حول العالمِ بسبب تسرّبِ الإشعاعَ . تأثيرات الحادثِ كَانتْ محليّة وعالمية. حَملتْ الريحُ الكتل الضخمةَ من الجزيئاتِ المُشعّةِ في جميع أنحاء العالم . تأثرت أوروبا كثيراً بالكارثةِ و خاصة منطقة **بلا روسيا** Belarus التي كانت إلى الشمال الشرقي من الحادثِ عَانتْ الأسوأ حيث أن الانفجار نشر سحابة من الغبار النووي غطت معظم أنحاء أوروبا ...تأثرت حتى الولايات المتّحدةُ بالأنفار . حتى أن الأغذية في المناطقِ المحليّةِ مُنِعتْ واعتبرت ملوثةً...

علماً أن الكارثة سَتُواصلُ التَأثير على المناطق الزراعيةِ لسَنَوات قادمة... المسؤولون في الإتحاد السوفيتي اعترفوا أن هناك مشكلة صغيرة بمحطةِ الكهرباء المشكلة الصغيرة كَانتْ كارثة ضخمة والإتحاد السوفيتي كَانَ فقط يُحاولُ تَغْطيتها .وتشير تقديرات غير رسمية إلى أن الكارثة **أسفرت عن وفاة ما بين 15 و30 ألفا منذ وقوعها** , بعض هذه الوفيّاتِ كَانتْ نتيجةَ التعرّضِ إلى الإشعاعِ والأخرى

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

نتيجةِ الحروقِ الحراريةِ أَو حطامِ سَاقِطِ , حيث يمكن القول أن المناطق داخل وحول جمهورية أوكرانيا شهدت أسوأ كارثة نووية في العالم في نهاية القرن العشرين !!!!....

كارثة تشير نوبل النووية كانتِ حدثاً فريداً , والحادث الوحيد في تاريخِ الطاقة النووية . **إنّ وقتَ التحسّنِ المُخَمَّنِ لهذه الكارثةِ بحدود 130 سنةِ** . و بينت دراسات أنه حتى الآن لا زيادةَ في اللوكيميا ، لكن هذا يتوقع أن يكون واضح في السَنَوات القليلة القادمة ، مع ذلك لَيسَ قابلاً للإدراكَ بشكل إحصائي !!!!!! وأكد بيان صادر عن وزارة الصحة الأوكرانية أن معدلات حالات التشوهات الخلقية زادت في البلاد أكثر من سبعة أضعاف منذ كارثة الانفجار. وأوضح البيان أن معظم التشوهات حدثت في القلب والشرايين والعضلات والعظام .وقال البيان –الذي صدر في ختام مؤتمر علمي حول نتائج كارثة تشر نوبل شارك فيه 500 عالم من عشرين دولة– إن الحالة الصحية لضحايا تشر نوبل تزداد سوءا وإن معدل التشوهات ازداد بنسبة 7.7 أضعاف . وأشار البيان إلى أنه ما زال أكثر من 2.6 مليون أوكراني بينهم أكثر من نصف مليون طفل يعانون من مشاكل صحية ناجمة عن حادث تشر نوبل ، في حين أصبح نحو 80 ألف شخص عاجزين .

القنبلة الذرية

تم تطوير أول قنبلة ذرية (مشروع مانهاتن) في الثاني من أغسطس / آب سنة 1939 وقبل بداية الحرب العالمية الثانية مباشرة ، وكان **أينشتاين** وعدة علماء آخرين قد علموا عن المجهودات التي قام بها النازيون في ألمانيا من أجل تنقية اليورانيوم 235 والذي يمكن أن يؤدي إلى بناء القنبلة الذرية . و بعدها وبوقت قليل بدأت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية بإجراءات جدية عرفت بمشروع مانهاتن . وكان هذا المشروع ببساطة يهدف لعملية تطوير أبحاث من أجل إنتاج قنبلة ذرية حقيقية .

إن أعقد شيء كان يجب انجازه هو إنتاج كميات معقولة من اليورانيوم المشبع من نوع 235 كي يحافظ على استمرارية التفاعل أو الانشطار الذري .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في ذلك الوقت كان من الصعب جدا استخراج اليورانيوم نوع 235. وفي الواقع ، فإن نسبة التحويل من خام اليورانيوم المستخرج من الطبيعة إلى معدن اليورانيوم هو 500 إلى 1 إضافة إلى أن هناك أمرا سلبيا آخر هو أن جزءا واحدا من اليورانيوم الذي تمت تنقيته من خام اليورانيوم يحتوي على أكثر من 99% يورانيوم من نوع 238 ، والذي يعتبر من ناحية عملية غير ذي فائدة للقنبلة الذرية . ولكي تتعقد الأمور أكثر فإن كل من اليورانيوم U-238 و U-235متشابهين في تكوينهما الكيماوي . وهذا يعني تصعيب عملية الفصل أكثر . لا توجد طريقة فصل كيماوية يمكن أن تفصل هذين النظيرين . الطريقة الميكانيكية وحدها هي ذات الفعالية القادرة على فصل U-235 من U-238 . وقد أمكن علماء عديدون من جامعة كولومبيا من حل هذه المعضلة .

تم إنشاء وحدة تخصيب اليورانيوم في منطقة **أوك ريدج** في ولاية **تينيسي** . وابتدع devised مع مجموعة من زملاءه ومساعدين له نظام يعمل على أسس gaseous diffusion . تبع هذه العملية أن **إرنست لورنس** وهو مخترع **السيكلوترون** Cyclotron من جامعة كاليفورنيا في **بيركلي** استخدم عملية تتضمن الفصل المغناطيسي للنظيرين isotopes . تبع هاتين العمليتين استعمال طريقة الطرد المركزي الغازي gas centrifuge وذلك من أجل فصل المزيد من اليورانيوم U-235 الأخف من اليورانيوم U-238 الأكثر وزنا وغير القابل للانشطار وذلك بواسطة الفرق في كتلة كل منها .

وخلال فترة عمل استغرقت ست سنوات بدأت منذ سنة 1939 وحتى سنة 1945 ، فإن أكثر من 2 مليون دولار صرفت على مشروع مانهاتن . إن المعادلات والقواعد الخاصة بتنقية اليورانيوم ووضع مكونات القنبلة الذرية معا لجعلها في حيز الوجود قد تم تطويرها وإيجادها كما رأيناها وذلك بواسطة عقول عظيمة في هذا الزمن .

من ضمن هؤلاء الذين أطلقوا العنان لعقولهم لإيجاد هذه القنبلة هو جي روبيرت أوبنهايمر . **أوبينهايمر** كان القوة الأساسية خلف مشروع مانهاتن .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

و في يوم السادس عشر من يوليو 1945كان ضوء التفجير تحول من كرة بيضاء اللون إلى البرتقالي....

حيث بدأت كرة النار الذرية تندفع بشدة للأعلى وبسرعة 360 قدما في الثانية ، ثم بدأ لونها في الاحمرار ثم بدأ اللون يتقطع حيث بدأت النار تبرد . وظهرت غيمه مكونة من بخار مشع بارتفاع ثلاثون ألف قدم . وتحت الغيمه فإن كل ما تبقى من

تراب مكان التفجير هو قطع زجاجية ذات نشاط إشعاعي ولها لون أخضر . وكل هذا نتج بفعل الحرارة الشديدة الناجمة عن هذا الفعل ...

التفجير الذري :

أسقطت القوات العسكرية للولايات المتحدة قنبلتين نوويتين على اليابان في نهاية الحرب العالمية الثانية ، حيث يتذكر العالم بأجمعه ذلك ، حين أسقطت إحدى القنبلتين على مدينة **هيروشيما** والأخرى على مدينة **ناجازاكي** بعد ثلاثة أيام , وقتلت كلاهما حوالي 170,000 شخص فوراً .....

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

1 . هيروشيما

في السادس من أغسطس سنة 1945 أسقطت قنبلة يورانيوم تزن أكثر من 4.5 طن وأخذت اسما هو " ليتيل بوي " على هيروشيما . وقد اختير جسر أيووي وهو واحد من 81 جسرا تربط السبعة أفرع في دلتا نهر أوتا ليكون نقطة الهدف . وحدد مكان الصفر لأن يكون على ارتفاع 1980 قدماً . وفي الساعة الثامنة وخمس عشر دقيقة تم إسقاط القنبلة . وقد أخطأت الهدف قليلا وسقطت على بعد 800 قدم منه . في الساعة الثامنة وست عشر دقيقة وفي مجرد ومضة سريعة كان 66000 قد قتلوا و69000 قد جرحوا بواسطة التفجير .

كانت الأبخرة الناجمة عن التفجير ذات قطر يقدر بميل ونصف . وسبب التفجير تدميرا بالكامل لمساحة قطرها ميل . كما سبب تدميرا شديدا لمساحة قطرها ميلين . وفي مساحة قطرها ميلين ونصف احترق تماماً كل شيء قابل لأن يحترق. ما تبقي من منطقة التفجير كان متوهجاً أو محمراً من الحرارة الشديدة . اللهب كان ممتداً لأكثر من ثلاثة أميال قطراً .

2- ناجازاكي

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

في التاسع من أغسطس سنة 1945 ، تمت معاملة مدينة ناجازاكي مثل مدينة هيروشيما ، مع الفرق هذه المرة بأن قنبلة بلوتونيوم هي التي أسقطت عليها . أطلق على القنبلة إسم " فات مان ". وحتى هذه المرة فقد أخطأت هدفها بمقدار ميل ونصف . ومع ذلك فقد كان في وسط المدينة تقريباً . وفي جزء من الثانية فقد انخفض عدد سكانها من 422 ألفاً إلى 383 ألفاً . إن 39 ألفا قتلوا ، و 25 ألفا جرحوا . التقديرات من الفيزيائيين الذين درسوا كل من التفجيرين قدروا بأن القنابل التي سقطت قد استخدمت فقط 1من عشرة من واحد في المائة من قدرتها التفجيرية

و لا تزال هناك إصابات في كل من هيروشيما و ناجازاكي , ويموت من اليابانيين المئات سنوياً

3- المنتجات الثانوية للتفجيرات الذرية

وبينما مجرد التفجير الذري هو قاتل بما فيه الكفاية ، إلا أن قدرته التدميرية لا تتوقف عند ذلك . فالغبار الذري المتساقط يخلق مخاطر أخرى أيضاً . إن المطر الذي يعقب أي تفجير ذري يكون محملا بجزيئات ذات نشاط إشعاعي . إن كثير ممن بقوا على قيد الحياة من انفجار هيروشيما وناجازاكي استسلموا للتسمم بالإشعاع الناجم عنه . الانفجار الذري أيضا له مفاجئات خفية قاتلة وذلك بتأثيره على الأجيال المستقبلية التابعة للذين عايشوه . سرطان الدم أو اللوكيميا يعتبر ضمن أعظم بلاء ينتقل لأبناء هؤلاء الذين بقوا على قيد الحياة بعد الانفجار .

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

وبينما السبب الرئيسي خلف القنبلة الذرية واضح ، فإن هناك مخلفات جانبية اصبح لها اعتبارها عند استعمال الأسلحة الذرية . فبمجرد قنبلة ذرية صغيرة فإن منطقة ضخمة بما فيها من مواصلات واتصالات ومعدات وغيرها قد أصبحت فجأة ميتة تماماً ، وهذا راجع بسبب إحداث نبضات كهر ومغناطيسية تم إشعاعها من التفجير الذري من ارتفاع عال . وهذا النوع من التفجيرات من مستوى عال تقوم بإحداث نبضات كهر ومغناطيسية بما يكفي لإتلاف أي شيء إلكتروني ابتداء من أسلاك الكهرباء أو أي جهاز الكتروني وأي نوع من معالجات .

4- تحليل مناطق الانفجار في القنبلة الذرية

1 . نقطة التبخير :

إن كل شيء موجود هنا يتبخر بواسطة الانفجار الذري . الإماتة 98 %. الضغط الزائد 25 psi . سرعة الهواء 320 ميلا في الساعة .

2- التدمير الكلي :

جميع المنشآت يتم تسويتها بالأرض تماماً . الإماتة 90 % الضغط الزائد 17 psi . سرعة الهواء 290ميلا في الساعة .

3- تدمير حاد بسبب الانفجار :

المصانع والمباني الكبيرة تنهار . تدمير شديد لجسور الطرق السريعة . الأنهار يمكن أن تنساب بعكس اتجاهها العادي . نسبة الإماتة 65 % . نسبة الجرحى 30% . الضغط الزائد 9 psi . سرعة الهواء 260 ميلا في الساعة .

4- تدمير حاد بسبب الحرارة :

إن أي شيء قابل للاحتراق يحترق . الناس في هذه المنطقة يختنقون بسبب حقيقة أن الأوكسجين المتوفر تستهلكه النيران . نسبة الإماتة 50 % . الجرحى 45 %. الضغط الزائد 6 psi . سرعة الهواء 140 ميلا في الساعة .

5- تدمير بسبب النيران والهواء :

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

المباني السكنية تدمر بحدة . الناس يتطايرون هنا وهناك . معانات معظم من يبقون أحياء من حروق من الدرجة الثانية والثالثة . 15 % موتى . 50 % جرحى . الضغط الزائد 3 psi . سرعة الهواء 98 ميلا في الساعة .

العراق

يبدو أن معظم الناس ليست لديهم أية فكرة عن غبار اليورانيوم الذي ينتج عن قذيفة يتم إطلاقها لتنفجر مخلفة وراؤها ذلك الحجم من الغبار ....حيث تصنع قذائف اليورانيوم المستنفد من المخلفات النووية المنخفضة الإشعاعية المتبقية من معالجة خام اليورانيوم لإنتاج أسلحة نووية ووقود لمحطات الطاقة النووية . ومنذ سبعينات القرن العشرين بدأ خبراء الأسلحة يدخلونه في صنع أغلفة ورؤوس القذائف وطلقات الرصاص لزيادة قدرتها على اختراق الدروع والدبابات . وإضافة إلى قدرته الاختراقية ، تؤدي الحرارة المنبعثة من احتكاكه بالفولاذ إلى احتراقه ، فتنبعث منه جسيمات دقيقة من أكسيد اليورانيوم السام المشع ، يمكن أن تنتقل كيلومترات في الهواء . وإذا استقرت في الجسم بفعل الاستنشاق فيمكن أن تسبب أمراضاً خطيرة .

حيث أن نشر ما يقارب أربعة ملايين رطل من غبار اليورانيوم على أرض العراق سبب **وفاة ما يقرب من مليون وربع المليون طفل من عام 1990م إلى عام 1999م !!!!**

أكد ذلك العالم البريطاني مايكل كلارك – الخبير بأبحاث الطاقة الإشعاعية والإشعاع النووي – بقوله : " كنا قد حذرنا الحكومة البريطانية من خطورة وفعالية اليورانيوم كمادة مشعة ، إذ يؤدي استنشاقها إلى تأثير بالغ على الرئتين بسبب إشعاعات تلك المادة . ووجدنا في النهاية بان لليورانيوم تأثير كيماوي اكثر من

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

إشعاعي.فاستنشاق كمية كافية من غبار اليورانيوم يحدث إصابات كيميائية بالغة للكليتين "

تعتبر حرب الخليج الثانية عام 1991 بمثابة حرب نووية حيث اسقط الأمريكان و الإنكليز على العراق ما يقرب من مليون قنبلة تحوي على اليورانيوم المستنفد . منها 14 ألف قذيفة عيار 120 و 105ملم ، وكذلك أكثر من 940 ألف قذيفة صغيرة من عيار 25ملم و30 ملم . !!!!!

لقد أظهرت الإحصائيات في العراق أن حالات الإصابات بالسرطان قد ازدادت من 6555 إصابة عام 1989 إلى 10931 إصابة في العام 1998 . ويعاني الكثير من العراقيين ولاسيما في البصرة وجنوب العراق من سرطان الدم والرئة والجلد والجهاز الهضمي ، وان نسبة السرطانات ازدادت خمسة أضعاف عن السابق , وحالات الإجهاض ثلاثة مرات , وتشوهات المواليد ثلاثة مرات ايضاً.!!!!!

يمكننا أن نجمل الجرائم البيئية و الصحية الأمريكية في العراق بما يلي :

أثبتت الدراسات والأبحاث الطبية في العراق ، التي قامت بها فرق خاصة عراقية وأخرى تابعة للأمم المتحدة .. ظهور حالاتٍ مَرَضيةٍ غريبةٍ بعد استخدام القوات الأميركية والبريطانية لقذائف ليورانيوم المنضّب ، تتمثل هذه الحالات الغريبة بما يلي :

ازديادٍ غير طبيعيٍ في معدل الإصابة بسرطانات الدم والرئة والجهاز الهضمي والجلد ، فضلاً عن زيادة معدّلات الشذوذات الخَلقية والتشوّهات الجنينية كقصور نمو

Copyright © Tarek Kakhia. All rights reserved. http://tarek.kakhia.org

الرأس ، وأمراض العيون كالولادة بدون عينين أو تشوّهات بالعينين ، وولادة التوائم المصابين بمتلازمة (داون) و هو مرض جيني ، والإصابة بالتشوهات العظمية , وكذلك ظهور حالات فقدان البصر أو الرؤية المشوّهة المصاحبة للصداع النصفي ..

و أثبتت الدراسات التي أجريت بعد انتهاء الحرب في المناطق التي تعرضت لاستخدام الذخيرة المذكورة ، أن نسبة النشاط الإشعاعي بلغت 270 ميلي راد في الساعة ، أي ما يزيد عن 30 ضعفاً لأقصى ما يمكن أن يتعرض إليه العاملون في الصناعة النووية .

_ انتهى بعونه تعالى _

1425/07/18 2004/09/2