2-3-1 الطاقة النووية :

الطاقة الناتجة عن المفاعلات النووية تشكل تقريباً 17 %من إجمالي الطاقة العالمية.فبعض بلدان العالم تعتمد على الطاقة النووية بالدرجة الأولى أكثر من أي مصدر آخر للطاقة ،ففي فرنسا مثلاً 75%من الطاقة الكهربائية المولدة هو من مفاعلات نووية ، يوجد أكثر من 400 مفاعل نووي حول العالم وأكثر من مئة في الولايات المتحدة وحدها .

التفاعل المولد للطاقة داخل المفاعل يسمى الانشطار الذري ويعتمد بدوره على عنصريين أساسيين هما الثوريوم و اليورانيوم .

الثوريوم Th^{232} متوفر بالطبيعة بكميات ضخمة ويمكن الاعتماد عليه بتوليد الطاقة الكهربائية في المفاعلات لكن لم يستغل حتى الآن بالشكل الأمثل لمتطلبات تقنية خاصة .

لليورانيوم ثلاثة أنواع : اليورانيوم الطبيعي U^{238} له النسبة الأكبر 99,3% من كل أنواع اليورانيوم النوع الثاني U^{234} نسبته ضئيلة جداً 0,005% ، النوع الأخير هو U^{235} و يمتاز عن النوعين السابقين بقابليته للانشطار لذلك يستخدم في المفاعلات لانتاج الطاقة النووية .

فيزياء الإشعاع النووي :
الإشعاع النووي هو إصدار الطاقة من نقطة أصل، وكل إشعاع قادر على توليد الإيونات بشكل مباشر أو غير مباشر وذلك بالتفاعل مع مادة تسمى إشعاع التأين، إشعاع التأين يتولد من الاستخدامات الطبية أو النووية أو الصناعية ،ويتم تصنيف الإشعاع بالاعتماد على طول الموجة حيث أن الطاقة المنقولة نتيجة إشعاع معين تعتمد على طول الموجة الحاملة للطاقة، كلما كان طول الموجة أقل كلما كان التردد والطاقة أعلى حيث أن طول الموجة يساوي سرعتها مقسوماً على التردد.
نصف عمر المادة المشعة Half –life Period : هو الزمن اللازم لاختفاء نصف الكمية الأصلية للمادة المشعة .
على سبيل المثال لاختفاء نصف غرام من الراديوم من أصل واحد غرام نحتاج لفترة زمنية مقدارها 1590 سنة .
فيمايلي نصف عمر بعض المواد المشعة مع نوع الإشعاع :

المادة المشعة		نوع الإشعاع	نصف عمر المادة
كربون	Carbon-14	بيتا	5730 سنة
سيزيوم	Cesium-135	بيتا	3 مليون سنة
سيزيوم	Cesium-137	بيتا	30.17 سنة
تريتيوم	Tritium-3	بيتا	12.33 سنة
اليود	Iodine-129	بيتا	16 مليون سنة
بولونيوم	Polonium-210	ألفا	138.4 يوم
بلوتونيوم	Plutonium-239	ألفا	24000 سنة
زينون	Xenon-133	بيتا	5.25 يوم
راديوم	Radium-266	ألفا	1630 سنة
ثوريوم	Thorium-230	بيتا	80000 سنة
يورانيوم	Uranium-234	ألفا	245 مليون سنة

الاندماج الذري *Nuclear Fusion*:
عندما تضغط نوى الذرات مع بعضها يحصل بينها اندماج و ينطلق إثر ذلك كمية هائلة من الطاقة و السبب أن كتلة مجموع النوى المندمجة هي أقل من مجموع كتل النوى عندما تكون بعيدة عن بعضها ،هذا النقص في الكتلة يأتي بشكل طاقة وفقاً لنظرية انشتاين بالنسبة للعناصر الكيميائية ذات الكتلة الذرية أثقل من الحديد عملية الانشطار سوف تعطي طاقة .
عندما اقتراب نترون من نواة ذرة يورانيوم،ما أن تلتقط النواة النترون حتى تنقسم إلى ذرتين أخف من الأصلية ويصدر عنها نترونين جديدين أو ثلاثة. الذرتان الجديدتان تقومان بإصدار أشعة غاما بعد أن تستقرا فيزيائياً .

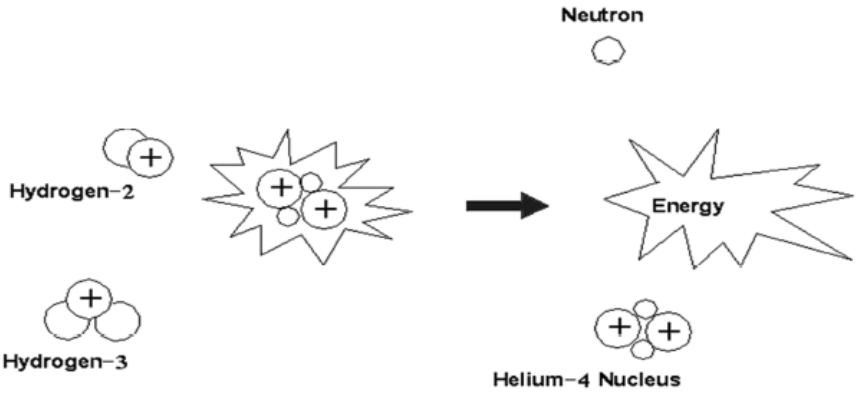
هناك ثلاثة ميزات مهمة لآلية الانشطار المحثوث :
1- احتمالية التقاط الالكترون من قبل ذرة اليورانيوم عالية جداً وتعرف لدى العاملين ضمن المفاعل بالحالة الحرجة (*The critical state*) فكل نترون ناجم عن عملية انشطار يتسبب في ظهور عملية انشطار جديدة .
2- إن عملية التقاط الالكترون و الانقسام بعدها تحدث بسرعة هائلة جداً حيث تستغرق فترة زمنية قدرها واحد بيكو ثانية أي واحد بالمليون من المليون من الثانية .

3- الانشطار يصدر كمية هائلة جداً من الطاقة على شكل حرارة وعلى شكل أشعة غاما .الذرتان الجديدتان الناتجتان عن الانقسام كل منهما بدورها تطلق أشعة بيتا و أشعة غاما أيضاً.
الطاقة الناجمة عن عملية انشطار واحدة مبنية على الحقيقة العلمية أن وزن جميع نواتج الانشطار أقل من وزن ذرة اليورانيوم الأم و هذا الفرق في الكتلة تحول إلى طاقة حسب معادلة انشتاين :

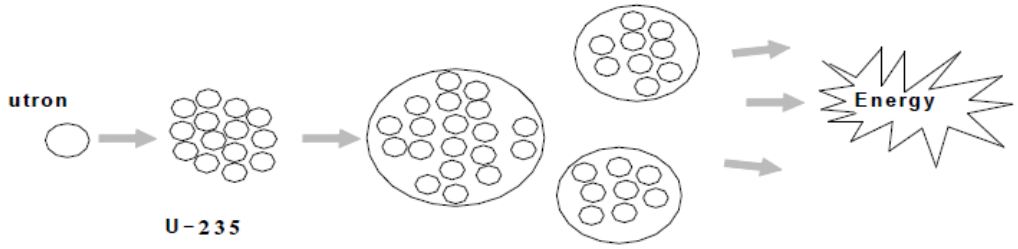
$$E= mc^2$$

حيث c هي سرعة الضوء

في المفاعلات النووية يتم الانشطار لأكثر من ذرة يورانيوم U^{235} و هذا يتطلب تخصيب عينة من اليورانيوم بحيث تحوي 2% أو 3% من اليورانيوم U^{235} وهي كافية بالنسبة للمفاعلات المستخدمة لأغراض سلمية ،المفاعلات المخصصة للمجهود الحربي تحتوي أكثر من 90% من يورانيوم U^{235}



الشكل(3) عملية الاندماج النووي



الشكل (4) عملية الانشطار الذري

الماء الملوث إشعاعياً :
ينتج عن مخلفات الوقود النووي المستهلك ماء على درجة عالية من الإشعاع بالإضافة للمخلفات الصلبة التي تتجمع على شكل كريات على طول أنابيب التصريف ، هذه النواتج الصلبة و السائلة لايمكن إطلاقها نحو البيئة مباشرة.
ينتج الماء الملوث أثناء عمليات الصيانة للمفاعل كذلك أثناء أعمال التنظيف للمخابر الإشعاعية داخل المفاعل و للمغاسل و الحمامات حيث يتم التخلص من ألبسة العمل ، أدوات التنظيف ، الأنابيب المخبرية و غيرها ممن يمتلك درجة إشعاعية منخفضة .
بالنسبة للمخلفات التي تملك درجة منخفضة من الإشعاعية يمكن تحويلها لأي شكل آخر من أشكال المادة الغازية أو السائلة أو الصلبة على الأغلب يتم التخلص منها باتجاه الوسط البيئي و لا سيما المجاري المائية بعد الخضوع للمعالجة الكيميائية أو حتى بدونها عموماً يجب توخي الحذر حتى لا تدخل في السلسلة الغذائية .

مساوئ استخدام الوقود النووي :

- عمليات جمع و تنقية اليورانيوم حتى الآن لاتتم بالصورة المطلوبة بحيث تضمن عدم حدوث أدنى تسريب .
- إن وجود خطأ طفيف في تصميم المفاعل أو تشغيله يمكن أن يسبب كوارث بيئية و بشرية كما حصل مع مفاعل تشيرنوبل حيث نفث أطناناً من الغبار الذري إلى الغلاف الجوي .
- مخلفات الوقود الناجمة من المفاعل شديدة السمية وحتى الآن لم يتم التوصل إلى طريقة آمنة و عملية لتخزين هذه المخلفات .
- إن عملية نقل الوقود النووي من و إلى المفاعل النووي تنطوي على الكثير من المخاطر .

ماذا يوجد داخل المفاعل النووي ... ؟

لبناء مفاعل نووي يجب تأمين بعض اليورانيوم المخصب بعناية .يتم تشكيل اليورانيوم بشكل كريات بطول يساوي عشر الإنش تقريباً .يتم وضع جمع الكريات بشكل أصابع و الأصابع بدورها تجمع على شكل حزم و رزم يتم تغطيس الحزمات في الماء ضمن وعاء ضغط خاص حيث يستخدم الماء للتبريد و حتى نضمن عمل المفاعل لابد من التأكد أن الحزمات المغطسة بالماء يحدث فيها التفاعل النووي بشكل تسلسلي و تلقائي .بدون عملية التبريد سيحدث زيادة تسخين لليورانيوم ثم ينصهر .لمنع حدوث ذلك يتم استخدام قضبان مصنوعة من مواد خاصة تراقب حركة الالكترونات و يمكن التحكم بوضعيات القضبان للأعلى و الأسفل و هذا يعطي الإمكانية للمشغل بالتحكم بمعدل التفاعل النووي.
عندما يحتاج المشغل لإنتاج المزيد من الحرارة من حزم اليورانيوم يتم عندها سحب القضبان للأعلى و عند الحاجة لتخفيض الحرارة المنتجة يتم غمس القضبان داخل الحزم .عندما يتم غمس القضبان بشكل كامل يتوقف المفاعل عن العمل وهذا الإجراء يتخذ في حالات الصيانة أو نقص الوقود .

ماذا يوجد خارج المفاعل النووي ... ؟

وعاء ماء التبريد يوضع ضمن أسطوانة من الاسمنت لها وظيفة حجاب واقي من الإشعاع وه بدورها متوضعة ضمن غرفة فولاذية كتيمة وهذه الغرفة تحتوي نواة المفاعل و التجهيزات الإضافية (الروافع، العربات ...الخ) الغرفة الفولاذية تمنع حدوث أي تسريب غازي أو سائل اشعاعي خارج المفاعل .
و أخيراً توضع الغرفة الفولاذية ضمن بناء اسمنتي قوي ومدعم يضمن الحماية للمفاعل من الحوادث العنيفة مثل اصطدام طائرة بالمفاعل ، إن غياب بناء الحماية هو السبب في حصول ا لتسريب الإشعاعي من مفاعل تشيرنوبل الروسي .

دورة العمل للوقود النووي :

تبدأ دورة العمل مع بداية عمليات التعدين للفلز ثم عمليات الطحن و المعالجة الكيميائية لتركيز و استخراج اليورانيوم تاركة وراءها بعض المخلفات المشعة تسمى هذه المخلفات مخلفات طاحونة اليورانيوم ، ينتج عن عمليات الاستخراج الكيميائية سائل منخفض الدرجة الإشعاعية في حين أن مخلفات الطاحونة تسبب تلوثاً إشعاعياً للهواء و الماء .
بعد تركيز اليورانيوم على شكل أوكسيد اليورانيوم U_3O_8 يتم تحويله لشكل خامس فلور اليورانيوم UF_5 المناسب لعملية التخصيب القادمة ،اليورانيوم الذي يشتق من الفلز مباشرة هو U^{283} مع نسبة بسيطة بحدود 7% من U^{253} و التي لا تكفي للعمل كوقود نووي لذلك يتم زيادة تركيز هذا العنصر لإنتاج الشكل الأخير الذي يسمى اليورانيوم المخصب .ينتج عن عملية التخصيب نواتج غازية وسائلة ذات مستوى إشعاعي منخفض تسربها ضمن الأرض يتسبب بتلوث المياه الإشعاعي.
يخضع اليورانيوم المخصب لعمليات كيميائية ليتحول إلى أوكسيد اليورانيوم UO_2 من ثم يحول على شكل مسحوق و يجمع على شكل كريات ليتم استخدامه بالمفاعل لاحقاً .الوقود الذي يوضع ضمن حجرة المفاعل يستمر بالعمل لمدة 2 -3 سنة بعدها يتم استبداله بوقود طازج والوقود المستهلك يخزن في خزانات خاصة ضمن موقع المفاعل لبضعة أشهر ثم تنقل لوحدات إعادة المعالجة .