الطاقات المتجددة

المحاضرة (٢)

مصادر وأشكال الطاقة - ٢

نظري

الدكتور داود ملوك

مصادر وأشكال الطاقة - ٢

ب – الغاز الطبيعي:

يرجع اكتشاف الغاز الطبيعي إلي زمن يتراوح بين ٢٠٠٠ و ٦٠٠٠ عام قبل الميلاد في بلاد الفرس – إيران حالياً –، وقد ألمح العديد من الكُتاب القدامى إلي وجود الغاز الطبيعي في مناطق مثل الشرق الأوسط وأذربيجان. والغاز الطبيعي أخف وزنا من الهواء و ليس له لون أو رائحة. ويشكل الميثان الجزء الأساسي من تركيب الغاز الطبيعي، والميثان هو مركب كيمائي يتكون من الكربون والهيدروجين، وتركيبه الكيميائي CH_4، وهو ما يعني اتحاد ذرة كربون مع أربع ذرات هيدروجين. وغالبا ما يتواجد الغاز الطبيعي بالقرب من البترول تحت سطح الأرض، ويتم نقلة في أنابيب حتى مناطق التخزين، إلا أنه يخلط بمادة كيماوية تعطيه رائحة نفاذة تشبه رائحة البيض الفاسد بغرض التعرف عليه في حالة حدوث تسريب مما يمنع حدوث حرائق. يعتبر الغاز الطبيعي أفضل أنواع الوقود التي يمكن أن تحل محل المنتجات البترولية.

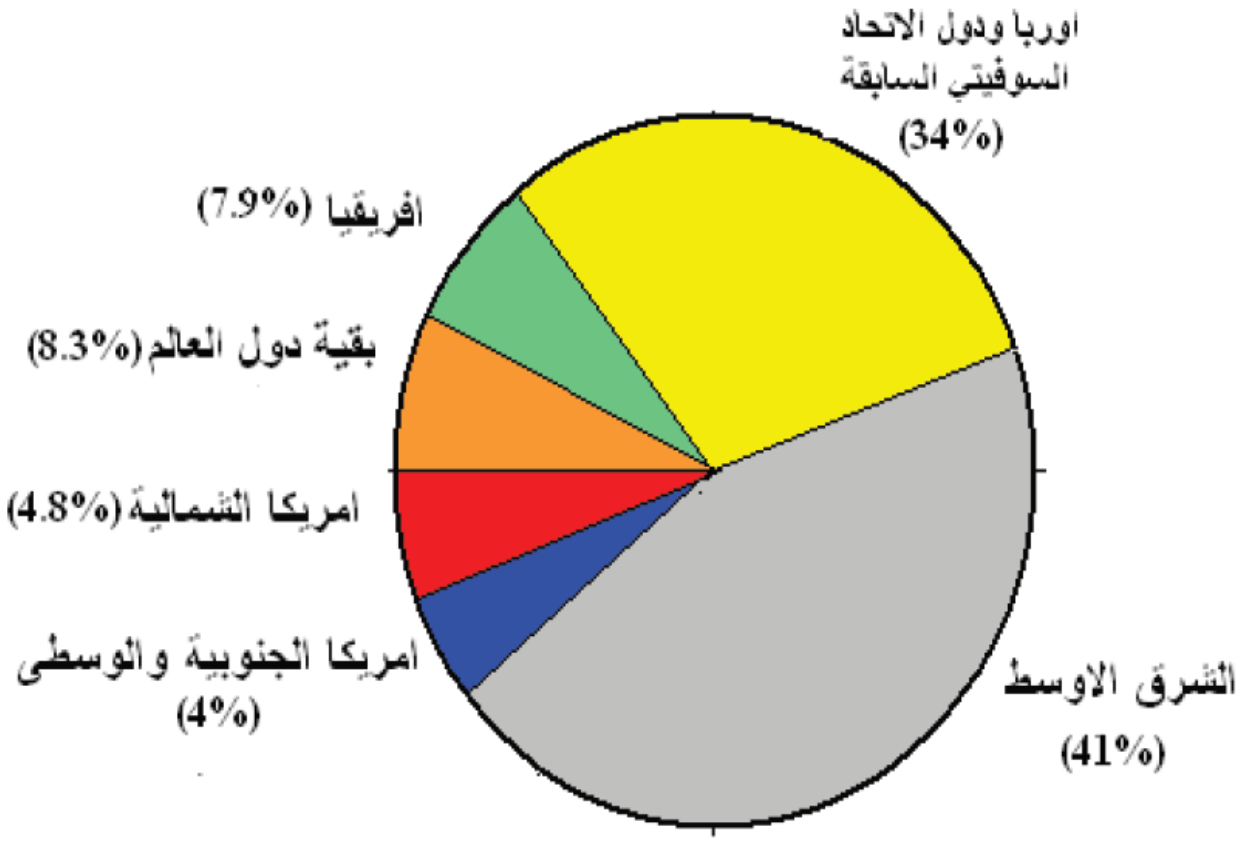
هل يوجد فرق بين الغاز الطبيعي وغاز المنازل ؟

يختلف الغاز الطبيعي (Natural gas) عن غاز المنازل، حيث يطلق على الأخير الغاز البترولي المسال (Liquid Petroleum Gas)، ويتم استخراج غاز المنازل من الغاز الطبيعي بشكل أساسي، وبالرغم من كون كليهما مركب هيدروكربوني، إلا أن لكل منهما تركيب كيميائي ومواصفات وخصائص مختلفة.

يتكوّن الغاز الطبيعي من غازي الميثان – بشكل رئيسي – بنسبة تتراوح بين (70 - 90)% والإيثان الذي يُمثّل نسبة قد تصل إلى حوالي 15%، بالإضافة لغازات النيتروجين، والهيدروجين، والآرغون، والهيليوم. أمّا غاز المنازل فيتكوّن بشكل أساسي من غاز البروبان (C_3H_8) وغاز البيوتان (C_4H_{10}).

يقع الغاز الطبيعي في المرتبة الثالثة من حيث الاهمية في استهلاك العالم من الطاقة بعد النفط والفحم ويساهم بمقدار 24% من الطاقة المنتجة في العالم. ومن أهم مزايا الغاز الطبيعي هي ارتفاع قيمته الحرارية وكفاءة الاحتراق العالية. أما أهم الصعوبات التي تواجه الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة، هي صعوبة نقله لمسافات طويلة وصعوبة خزنه بالحالة السائلة وعدم تطوير تقنيات خاصة لاستعمال الغاز الطبيعي في وسائط النقل المختلفة.

يبلغ احتياطي العالم من الغاز الطبيعي حوالي 185 ترليون متر مكعب، ويتركز 41% منه في دول الشرق الأوسط، وحوالي 34% في أوربا ودول الاتحاد السوفيتي السابق، ويتوزع الباقي على أنحاء العالم المختلفة كما هو مبين في الشكل (١) – الشكل للاطلاع/ –. أما من حيث الاستهلاك، فتأتي الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا في طليعة الدول المستهلكة للغاز الطبيعي.



الشكل (١) نسب احتياطات دول العالم من الغاز الطبيعي /للاطلاع/

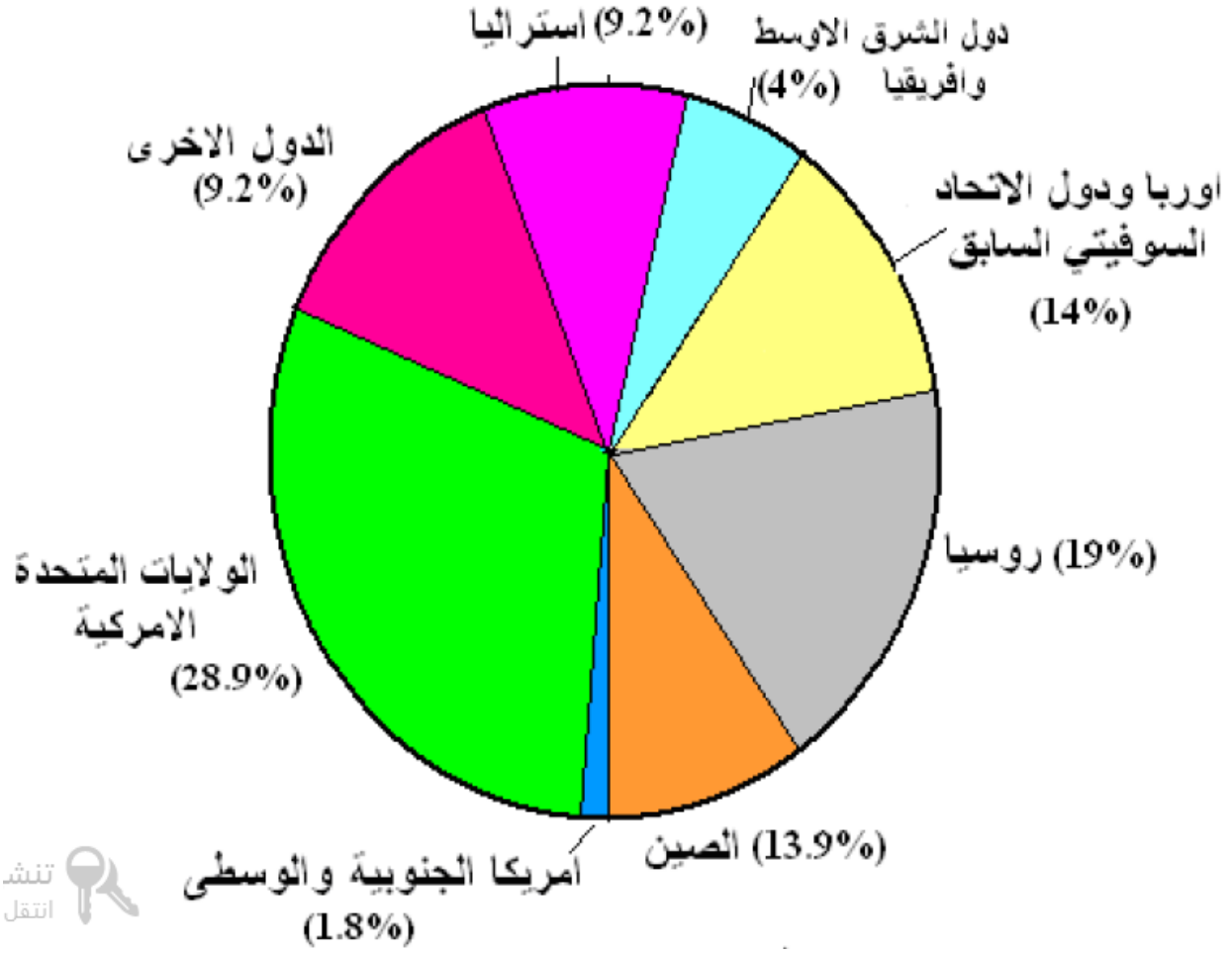
ج – الفحم:

يتكون الفحم من الكربون بشكل أساسي، وظهرت اهميته كمصدر للطاقة في عصر الثورة الصناعية، ويساهم بنسبة 29% من استهلاك الطاقة في العالم. وهو من أهم مصادر الطاقة التقليدية من حيث حجم احتياطه والبالغ حوالي 826 مليار طن، وقد تكون داخل الأرض على مدى ملايين السنين، وذلك بسبب تحلل مصادر نباتية تحت عوامل الضغط والحرارة بمعزل عن الهواء. إن استخدام الفحم الحجري وقوداً مباشراً لمحطات التوليد يستلزم أموال باهظة التكلفة لمحطات التوليد كما ان له أثر سيئ على البيئة والإنسان مقارنة بالنفط والغاز الطبيعي، إذ أنه المصدر الرئيسي لتلوث الهواء، حيث يؤدي إلى تجمع غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يسبب ارتفاع درجة حرارة الأرض وهي من اهم المشاكل الرئيسية التي تواجه العالم والتي تعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، بالإضافة إلى صعوبة استخراجه وكثرة الأيدي العاملة اللازمة لذلك، وصعوبة النقل إلى مناطق الاستهلاك المختلفة ناهيك عن المخاطر الناجمة من استخراجه من المناجم.

ترجع بدايات استخدام الفحم إلي الصينيين الذين استخرجوه بشمال الصين، إلا أنهم كانوا يعتقدون أن الفحم ليس سوي حجارة تم حرقها. توجد عدة طرق لاستخراج الفحم من باطن الأرض، تتلخص أحد هذه الطرق في دق أعمدة أفقية أو رأسية في باطن الأرض، بغرض إحداث تجاويف وممرات في باطن الأرض للوصول إلي الفحم ومن ثم استخدام مصاعد أو قطارات مصممة

خصيصا للعمل بالمناجم في نقل الفحم من باطن الأرض إلي خارج المنجم. يمكن نقل الفحم بالقطارات أو المراكب أو تكسيره وخلطه بالماء ثم ضخه في خطوط الأنابيب بواسطة طلمبات (مضخات) "Pumps" لتوصليه إلي محطات القوي الكهربية لإمدادها بالطاقة اللازمة لها.

يتركز معظم الاحتياطي من الفحم في الولايات المتحدة الامريكية التي تمتلك 28.9% منه، وأوربا ودول الاتحاد السوفيتي السابق التي تمتلك 14% أيضاً، والصين حوالي 13.9% واستراليا حوالي 9.2% كما في الشكل (٢) – /الشكل للاطلاع/ –، وتحتوي البلدان العربية على كميات قليلة مقارنة بالدول الأخرى، إذ يوجد في الجزائر والمغرب ومصر.



الشكل (٢) نسب احتياطات دول اعالم من الفحم

د- الوقود النووي:

تعمل محطات الطاقة النووية حالياً على ما يعرف بالانشطار النووي، فعند انشطار أنوية الذرات نحصل علي طاقة هائلة في شكل ضوء وحرارة وهي ما تسمى بالطاقة النووية وتتم هذه العملية ضمن منشآت خاصة تدعى محطات الطاقة النووية (المفاعلات النووية).

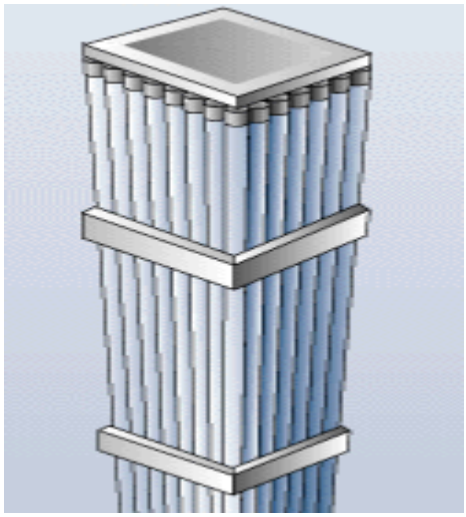
تقوم فكرة استخلاص الطاقة من الانشطار النووي على أن بعض المواد – وقود نووي – تنشطر نواتها حين يصدمها نيوترون وينتج عن ذلك طاقة حرارية عالية إضافة إلى نيوترونات أخرى تقوم بدوها بالاصطدام مع ذرات أخرى، وهكذا ينشأ عن هذه العملية تفاعل متسلسل وإطلاق كمية كبيرة من الطاقة.

يعتبر اليورانيوم من العناصر النووية الإنشطارية الهامة والتي هي عماد الوقود النووي، والذي يوجد في القشرة الأرضية على شكل اوكسيد اليورانيوم (UO_2). فعندما يصدم نيوترون نواة اليورانيوم فإن الأخيرة تنقسم إلى قسمين أو أكثر وينتج أيضاً نيوترونات تقوم بدورها بشطر نوى أخرى من اليورانيوم، ويرافق هذه العملية انطلاق طاقة حرارية هائلة. فإذا لم يتم ضبط التفاعل السابق فإنه يستمر دون توقف حتى انشطار كل نوى اليورانيوم، وهذا ما يحدث في القنبلة النووية. أما إذا ضبط هذا التفاعل وفق معدلات معينة وجرى في نفس الوقت نقل طاقة التفاعل (الطاقة الحرارية الناتجة عن التفاعل) باستعمال السوائل أو الغازات لإدارة عنفة كهربائية فإنه بالإمكان استعمال التفاعل السابق للأغراض السلمية. وقد ذكر الفيزيائي الشهير، ألبرت أنشتاين، أن: " الجزء الصغير من المادة يحتوي علي قدر كبير من الطاقة، عندما تخرج هذه الطاقة ببطء يمكننا استخدامها في إنتاج الكهرباء، أما إذا خرجت دفعة واحدة فإنها تتسبب في انفجار هائل ومدمر يشبه إلي حد ما انفجار القنبلة الذرية ". وتصل الطاقة المُنتجة من كيلو غرام من اليورانيوم إلى أكثر من ثلاث ملايين مرة من مثيلها من الفحم أو النفط.

<u>كيف تعمل محطات الطاقة النووية ؟</u>

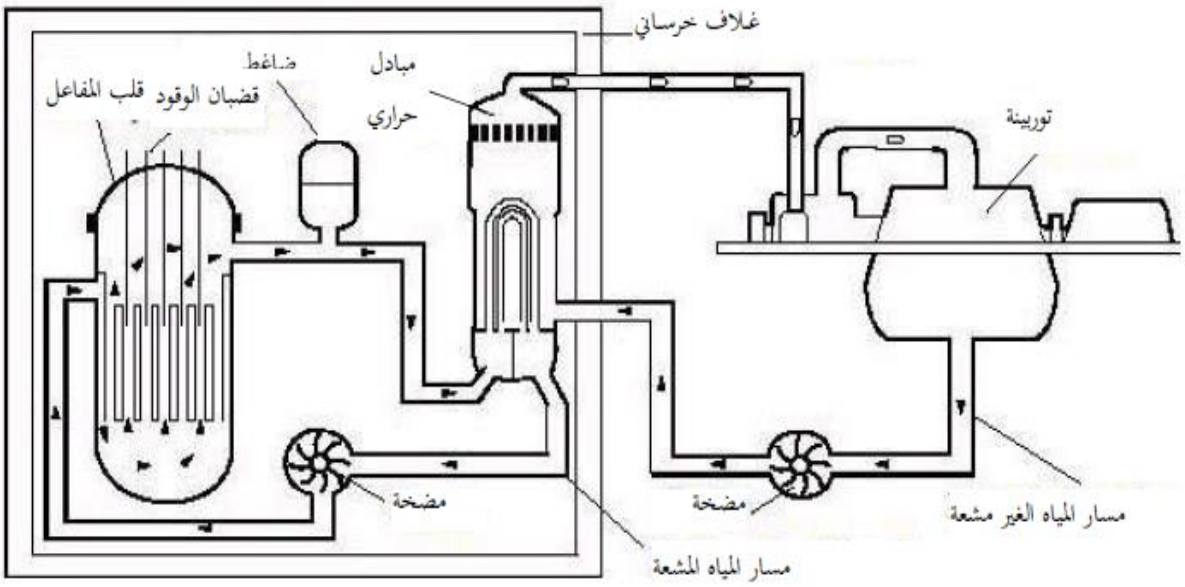
تستخدم المفاعلات النووية عنصر اليورانيوم كوقود وهو يستخرج من مناطق متعددة من العالم، وكمية الوقود المطلوبة لتوليد كمية من الطاقة الكهربية هي أقل بكثير من كمية الفحم أو البترول اللازمة لإنتاج نفس القدر من الطاقة. يحتاج اليورانيوم الخام قبل استخدامه إلي عمليات معالجة ثم تصنيعه على شكل أقراص اسطوانية بارتفاع 2.5 سم وقطر 0.9 سم (الشكل ٣)، وتعبأ في أنابيب مصنوعة من معدن الزركونيوم، ويكون طول الأنبوب 4 متر، وترص في شكل أعمدة يطلق عليها قضبان الوقود (Fuel Rods) كما هو مبين في الشكل (٤).

الشكل (٣) أقراص اليورانيوم



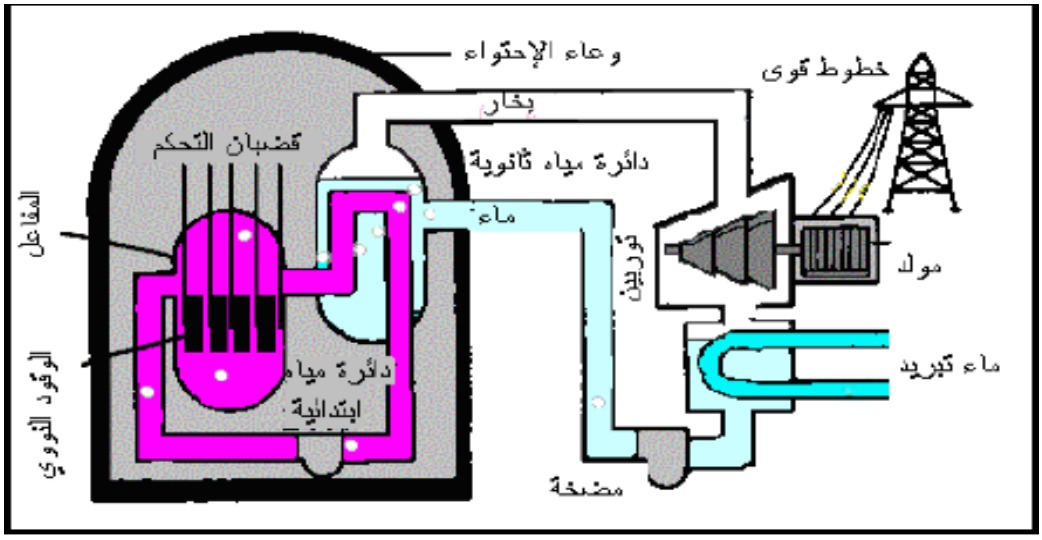
الشكل (٤) قضبان الوقود

من أجل تبسيط ما يحدث داخل المفاعل نلاحظ الشكل (٥). يتكون المفاعل من عدة أجزاء، وأهمها قلب المفاعل والذي هو عبارة عن أسطوانة معدنية لها فتحات رأسية توضع فيها قضبان الوقود التي تغطى بالماء النقي. وما يحدث داخل المفاعل هو انشطار ذرات اليورانيوم لتبدأ سلسلة من التفاعلات ينتج عنها طاقة حرارية تستخدم في غلي الماء داخل المفاعل، لذا فبدلا من حرق الوقود لغلي الماء تعتمد المفاعلات النووية علي الطاقة الناجمة من انشطار الذرات في تنفيذ هذا الإجراء. ينقل الماء الساخن إلى مبادل حراري يقوم بتسخين مجموعة أخرى من الأنابيب المملؤة بالماء وتحويل الماء إلي بخار ثم تمريره إلى توربينة وبالتالي توليد الكهرباء. والغرض من عمل المبادل الحراري هو عدم خلط الماء المعرض للإشعاع مع الماء المستخدم في تشغيل التوربينات وذلك منعاً لتسرب الإشعاع خارج المفاعل.



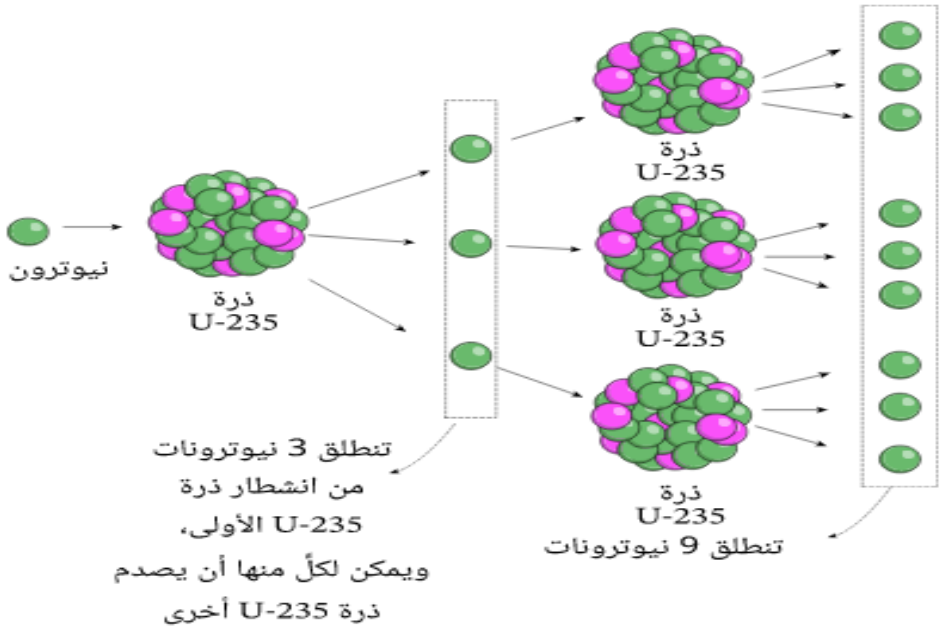
الشكل (٥) رسم تخطيطي لمفاعل نووي

ولزيادة التوضيح يبين الشكل (٦) أيضاً رسم يوضح الحرارة التي تنطلق من قلب المفاعل وتقوم بغلي الماء ثم يتولد عنه بخار الذي يدور بدوره توربين وبالتالي تتولد الكهرباء، ونلاحظ عودة الماء بعد التكثيف – بواسطة ماء التبريد – إلى المبادل.



الشكل (٦) مفاعل نووي

من الجدير بالذكر أنه لا بد للتفاعل المتسلسل أن يسير بمعدل ثابت، ولا يُسمح له للتزايد المستمر، حيث ينتج عن كل نيوترون يتفاعل مع أحد أنوية اليورانيوم بين 2 و3 نيوترونات جديدة تستطيع بدورها التفاعل مع أنوية اليورانيوم منتجة 9 نيوترونات، وهذه تتفاعل مع اليورانيوم وتنتج بدورها 27 نيوترونا وهكذا، وهذا ما يحدث في القنبلة الذرية (الشكل ٧).

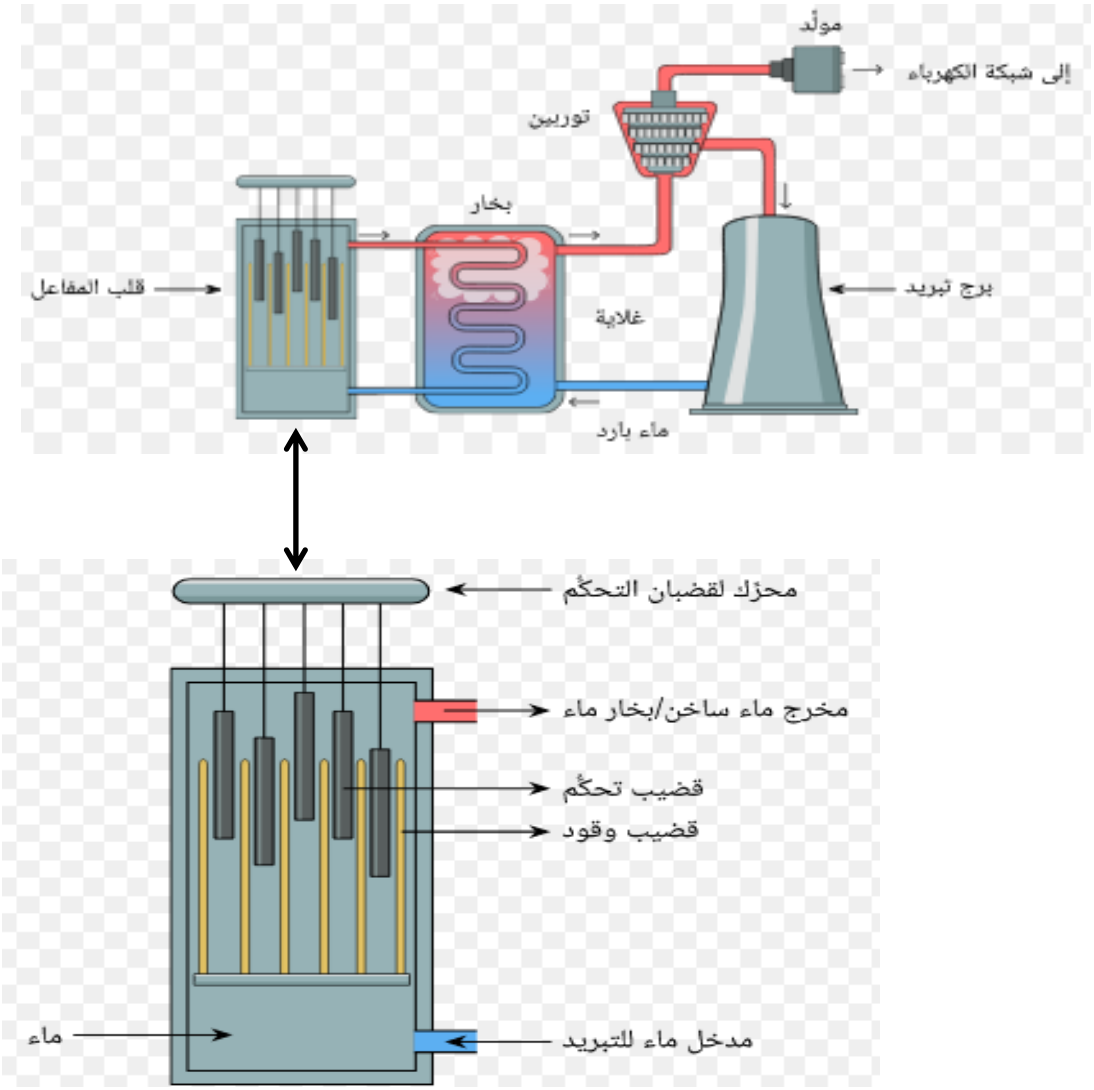


الشكل (٧) انشطار ذرة اليورانيوم 235 (U-235)

ولكن، في المفاعل النووي يجري التحكم في سير التفاعل عن طريق قضبان التحكم (Control Rods) التي تمتص النيوترونات الزائدة وتحافظ على أن يكون معدل سير التفاعل بطيئاً. أي أن – وعلى سبيل المثال – كل نيوترون يتفاعل مع اليورانيوم وينتج – مثلا – 3 نيوترونات، فتقوم قضبان التحكم بامتصاص 1 نيوترون ويمتص الماء 1 نيوترون (حيث تخرج النيوترونات من قضبان الوقود لتصطدم بالماء حولها فتهدأ سرعتها)، ويتبقى 1 نيوترون للتفاعل مع اليورانيوم وهكذا.

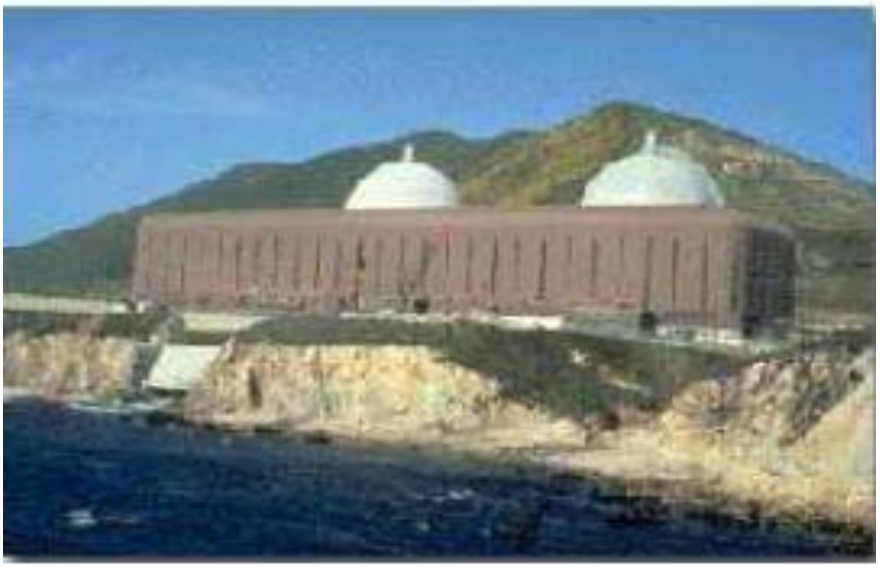
قضبان التحكم *المصنوعة من الكادميوم تشغل أماكن بينية بين قضبان الوقود، ويمكن رفعها أو خفضها في قلب المفاعل وتضبط معدل سير التفاعل تلقائيا. كما يمكن بواسطتها إيقاف التفاعل كليا، وذلك بدفع جميع قضبان التحكم كلية في قلب المفاعل بين وحدات أو قضبان الوقود، فيمتص الكادميوم جميع النيوترونات ويتوقف التفاعل النووي.*

يوضح الشكل (٨) قضبان التحكم الموجودة في قلب المفاعل



الشكل (٨) قضبان التحكم داخل قلب المفاعل

ينتج عن التفاعلات مواد مشعة "Radioactive" تتسبب في إضرار البشر إذا أصابتهم، لذلك توجد قبة خرسانية تغطي المفاعل – كتلك الموضحة في شكل رقم (٩) – تمنع تسرب هذه الإشعاعات خارج المفاعل وبالتالي تجنب آثارها الضاره.



الشكل (٩) مفاعل نووي تظهر أعلاه القبب الخرسانية

ومن الحوادث المتعلقة بالمفاعلات النووية حدوث تسرب إشعاعي جزئي في مفاعل" ثري مايل آيلاند "النووي قرب "بنسلفانيا – الولايات المتحدة الأمريكية "عام ١٩٧٩ ، لفقدان السيطرة علي التفاعل الإنشطاري وهو ما أدى إلى تحرر كميات ضخمة من الإشعاع، ولكن تمت السيطرة عليه داخل المبني وساعد وجود القبة الخرسانية علي ذلك فلم تحدث وفيات ولم يحدث تسرب للإشعاع، وهو عكس ما حدث عام ١٩٨٦ في مفاعل تشرنوبل بالاتحاد السوفيتي حيث قتل حوالي ٣١ شخص وتعرض مئات الآلاف للإشعاع وهو ما يمكن أن يؤثر علي هؤلاء البشر وربما علي أبنائهم أيضاً لعدة أجيال قادمة.

أشكال الطاقة:

كما أسلفنا هناك عدة أشكال للطاقة، وسنلقي الضوء في هذه الفقرة على الطاقة الحركية والطاقة الحرارية.

أ- الطاقة الحركية *Kinetic Energy*

الطاقة الحركية لجسم هي جزء من الطاقة الكلية التي تنتج (تتولد) عن الحركة في المكان، وبتعبير أخر (الطاقة الحركية هي الطاقة التي يكتسبها الجسم نتيجة لحركته). وكما هو معلوم فإن الطاقة الحركية لجسم كتلته m يتحرك بسرعة v تعطى بالعلاقة:

$$K = 1/2mv^2$$

ووحدة قياس الطاقة السابقة هي $Kg.m^2/s^2$ والتي تسمى جولاً ويرمز لها اختصاراً (J).

مثال:

تتحرك سيارة كتلتها 1600 Kg بسرعة 12.5 m/s، ما الطاقة الحركية للسيارة ؟

$K = 1/2mv^2$

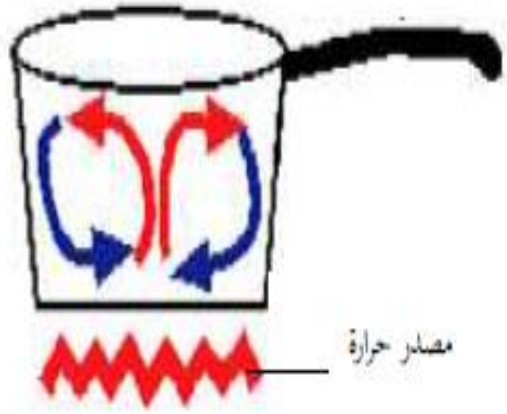
$K = 1/2 * 1600 * (12.5)^2 = 125000\ J$

ب - الطاقة الحرارية

كان" جيمس جول "هو أول من عرّف الحرارة علي أنها أحد صور الطاقة فنحن نستخدمها في أغراض عديدة، مثل التدفئة وطهي الطعام. توجد ثلاثة صور لانتقال الطاقة الحرارية هي:

- انتقال الحرارة بالتوصيل
- انتقال الحرارة بالحمل
- انتقال الحرارة بالإشعاع

يتحقق انتقال الحرارة بالتوصيل عندما تنتقل الحرارة بشكل مباشر من مادة لأخرى، فإذا استخدمنا ملعقة معدنية لتقليب السكر الموجود بكوب الشاي الساخن، فإن الملعقة تسخن، ويرجع ذلك لكون الحرارة انتقلت بالتوصيل من الشاي الساخن إلي الملعقة الباردة. تصنف المعادن علي أنها فائقة التوصيل للحرارة، في حين يعرف الخشب والبلاستيك والمطاط وأمثالهم بأنها مواد رديئة التوصيل للحرارة لذا فنحن نستخدمها كمواد عازلة، وهو ما يبرر صنع مقابض أواني الطهي من هذه المواد.

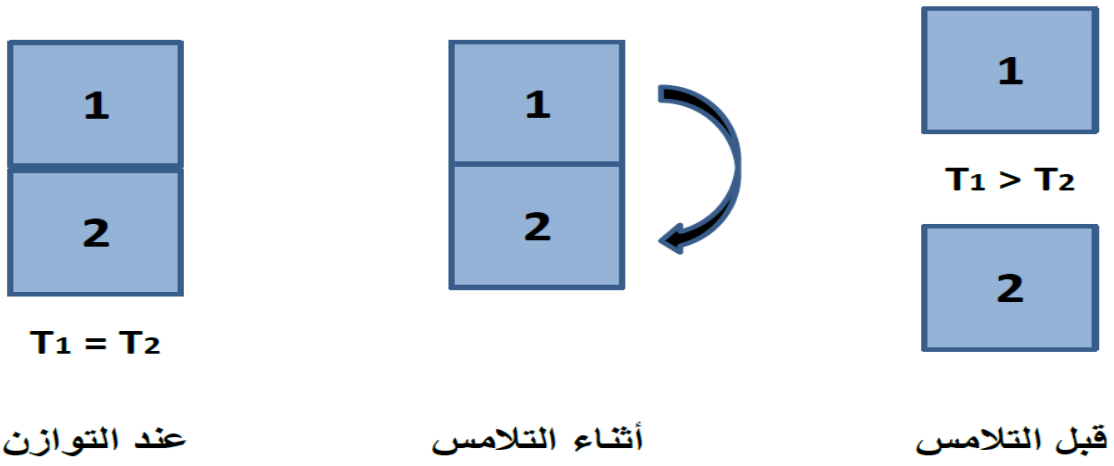


الشكل (١٠) رسم توضيحي لانتقال الحرارة بالحمل

انتقال الحرارة بالحمل يكون نتيجة حركة الغازات أو السوائل من مناطق دافئة إلي أخري باردة. فإذا كان لدينا إناء للطهي مصنوع من الزجاج فإننا نستطيع أن نري حركة الماء الساخن عند غلي الماء به، فالماء الساخن ينتقل من أسفل الإناء (لأنه الأقرب إلي سطح اللهب) إلى أعلي ليحل محلة الماء الأبرد الموجود أعلي الإناء في حركة دائرية كما هو موضح بالشكل (١٠)، وتستمر هذه الحركة الدائرية طالما ظل الإناء موضوعا علي النار.

آخر صور انتقال الحرارة – انتقال الحرارة بالإشعاع – يمكن توضيحه من خلال مثال ضوء الشمس، فضوء الشمس لا يصل لنا عن طريق التوصيل أو الحمل بشكل مباشر وذلك لكون الفضاء فارغاً. فأشعة الشمس تنتقل في خطوط مستقيمة تسمي أشعة حرارية، وانتقال الحرارة علي هذه الصورة يعرف بانتقال الحرارة بالإشعاع. عندما تصطدم أشعة الشمس بسطح الأرض فإنها إما أن تمتص أو ترتد، والأسطح السوداء أو الداكنة تمتص الأشعة الحرارية بشكل أفضل من

الأسطح البيضاء أو الفاتحة، وهذا يفسر لبس الملابس البيضاء والفاتحة صيفا، والملابس الداكنة شتاءً.
لتعريف الكمية المسماة الطاقة الحرارية يجب أن ندرس ما يحدث عند تلامس مادتين مختلفتين في درجة الحرارة، ويمثل الشكل (١١) هذه الحالة. فإذا كانت درجة حرارة الجسم 1 أعلى من درجة حرارة الجسم 2،



الشكل (١١)

وإذا كان الجسمان مكونين من نفس المادة، فإن متوسط طاقة الجزيء في 1 ستكون أكبر من متوسط طاقة الجزيء في 2. نتيجة لذلك، عند وضع الجسمين في حالة تلامس تفقد الجزيئات في 1 كمية من الطاقة تكسبها الجزيئات في 2، ولذلك فإن 1 يبرد و 2 يسخن. وبناء على ذلك نعرف الطاقة الحرارية كما يلي:
الطاقة الحرارية: هي الطاقة التي تنتقل من جسم ذي درجة حرارة عالية إلى جسم ذي درجة حرارة منخفضة نتيجة لفرق درجة الحرارة، وتُمثل بالرمز ΔQ. وقد بينت التجربة العملية أن انسياب الطاقة الحرارية يتوقف عندما تصبح درجة حرارة الجسمين متساويتين. وهذا صحيح حتى إذا كان الجسمان مصنوعين من مادتين مختلفتين. ومن ذلك نستنتج أن: الطاقة الحرارية تنساب تلقائياً من الأجسام الساخنة إلى الأجسام الأبرد وليس العكس.
الوحدتان الشائعتان لقياس الطاقة الحرارية (كمية الحرارة) هما الوحدة الحرارية البريطانية BTU، والحريرة Cal. والحريرة Cal: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة. والوحدة الحرارية البريطانية BTU: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة باوند من الماء درجة فهرنهايت واحدة.

وتسمى كمية الحرارة اللازمة لرفع وحدة الكتلة من المادة درجة واحدة (الحرارية النوعية للمادة) ونرمز لها ب (c). ووحدات قياس (c) هي الحريرة لكل غرام لكل درجة سلسيوس. ونظراً لاختلاف تركيب المواد فإن كل مادة لها حرارية نوعية معينة.

يمكننا التعبير عن كمية الحرارة ΔQ التي تنتقل إلى مادة كتلتها m وتتغير درجة حرارتها من درجة حرارة ابتدائية Ti إلى درجة حرارة نهائية Tf على النحو التالي:

مثال:

ما هي الحرارة اللازمة لتسخين 20 g من الماء من 30 C° إلى 90 C° ؟

علماً أن الحرارية النوعية للماء هي 1 cal/g.C°.

الحل:

$$\Delta Q = m.c.\Delta T$$
$$\Delta Q = 20 \times 1 \times (90 - 30)$$
$$\Delta Q = 1200\ cal = 5032\ J$$

حيث أن:

واحد كالوري يساوي 4.184 جول (1 *cal* = 4.184 *J*)

نهاية المحاضرة