

الطاقة النووية

أستاذ دكتور كريم الدين عبد العزيز الأدهم
الرئيس الأسبق للمركز القومي للأمان النووي والرقابة الإشعاعية

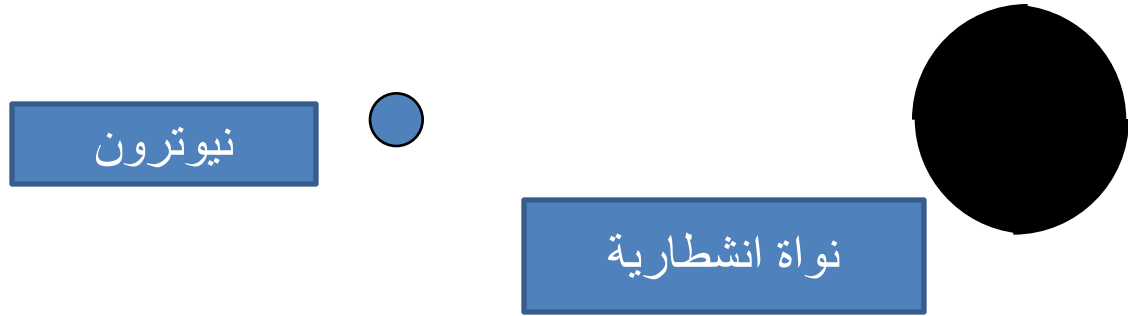
أساس الطاقة النووية؛ تحول الكتلة إلى طاقة

- طبقا لنظرية أينشتاين فإنه لو تحولت كتلة من المادة إلى طاقة فإن الطاقة الناتجة تساوي الكتلة المتحولة مضروبة في مربع سرعة الضوء.
- سرعة الضوء تساوي 3×10^{10} سم/ثانية
- مربع سرعة الضوء $(3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20}$ أي 9 وأمامها عشرون صفرا. ومعنى ذلك أنه مهما كانت الكتلة المتحولة صغيرة فإنه بضربها في هذا الرقم المهول يكون ناتج الضرب مهولا أيضا. وهذا هو أساس الطاقة النووية

نبذة تاريخية

اكتشاف الانشطار النووي لنواة اليورانيوم (أوتوهان ١٩٣٨)

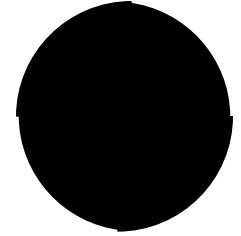
الإنشطار النووي



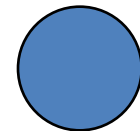
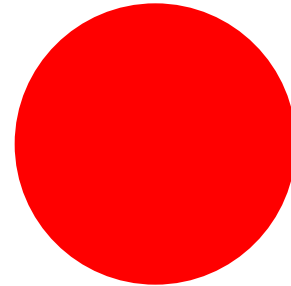
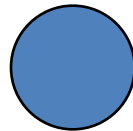
وكان شادويك قد اكتشف النيوترون عام ١٩٣٢

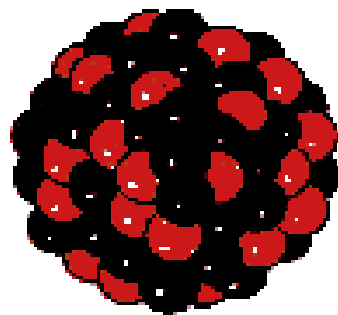
الطاقة من الذرة

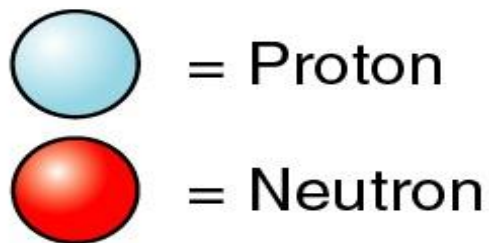
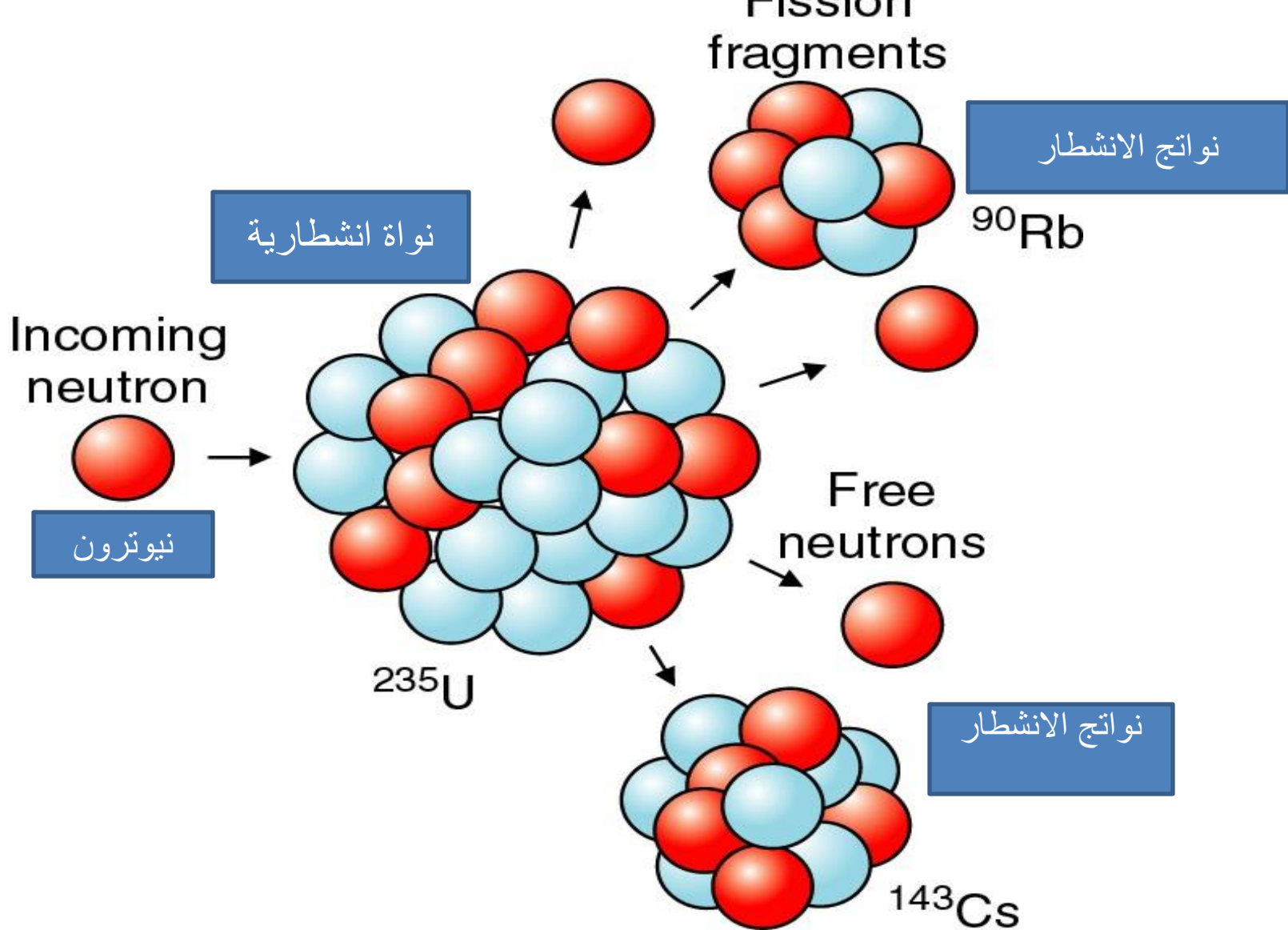
الإنشطار النووي



الاندماج النووي

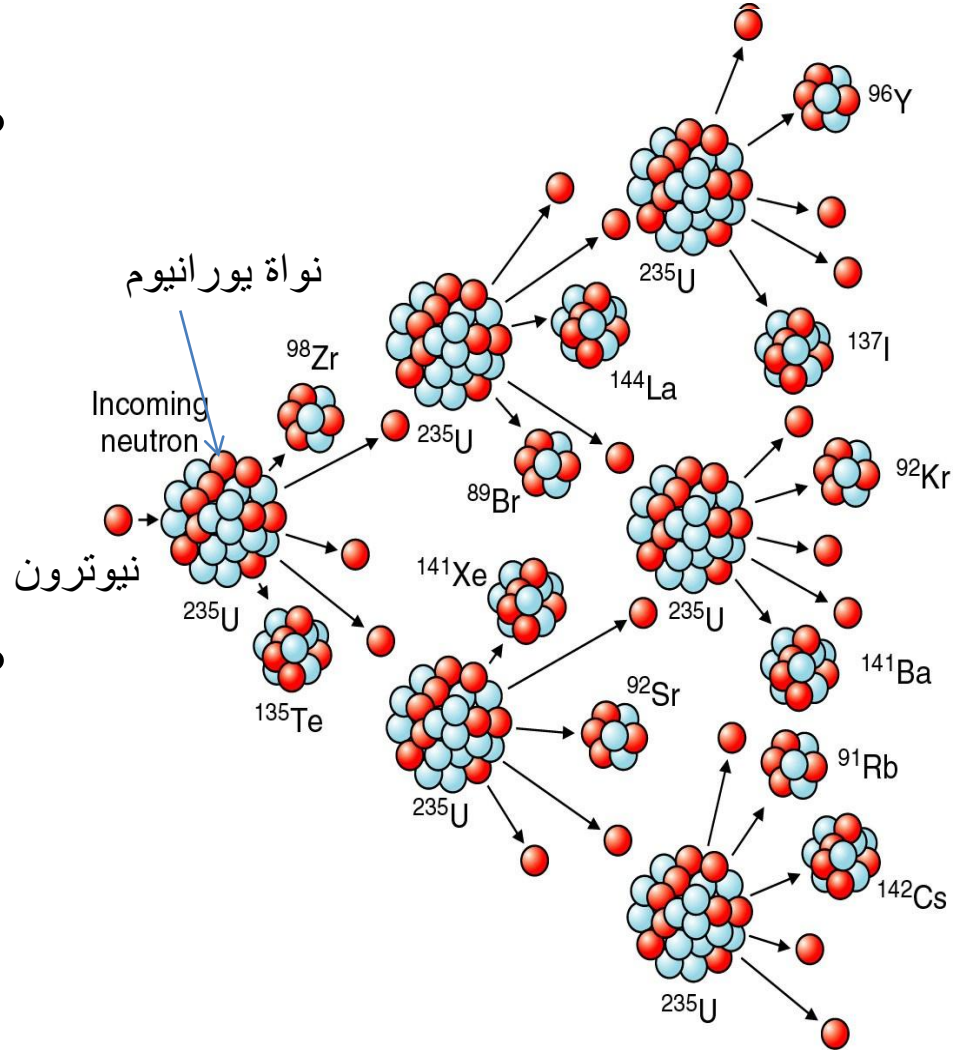






التفاعل المتسلسل

- ينتج التفاعل المتسلسل عند قذف نواة يورانيوم- ^{235}U بنيوترون فتتشر النواة إلى نواتين خفيفتين وتتطلق نيوترونات ثانوية (تقريبا 3)،
- تتجه النيوترونات الثانوية إلى ثلاث نويات أخرى لتشطرها وتتطلق 9 نيوترونات ثانوية (3×3) وهكذا.



النويدات الانشطارية

- هي:
- نظير اليورانيوم (يورانيوم - 235) (U-235)
- نظير البلوتونيوم (بلوتونيوم - 239) (Pu-239)
- نظير اليورانيوم (يورانيوم - 233) (U-233)
- النظير الوحيد الموجود في الطبيعة هو اليورانيوم-235 ونسبة تواجدته هي حوالي 7 في الألف، أي أن كل طن يورانيوم موجود في الطبيعة يوجد به حوالي 7 كيلوجرامات من هذا النظير.
- البلوتونيوم-239 مصدره اليورانيوم-238
- اليورانيوم-233 مصدره الثوريوم-232

أنواع المفاعلات

- من حيث الغرض:

- ١- مفاعلات أبحاث

- ٢- مفاعلات توليد الطاقة

- مفاعلات الأبحاث

- لإجراء البحوث الخاصة بفيزياء النيوترونات والتفاعلات النووية

- لإنتاج النظائر

- لاختبارات المواد (Material Testing Reactor (MTR))

- أو لكل هذه الأغراض فيسمى مفاعل متعدد الأغراض

(Multi-Purpose Reactor (MPR))

مفاعلات القوي

- تختلف باختلاف المبرد

- الماء العادي

١- الماء المغلي (Boiling Water Reactor (BWR))

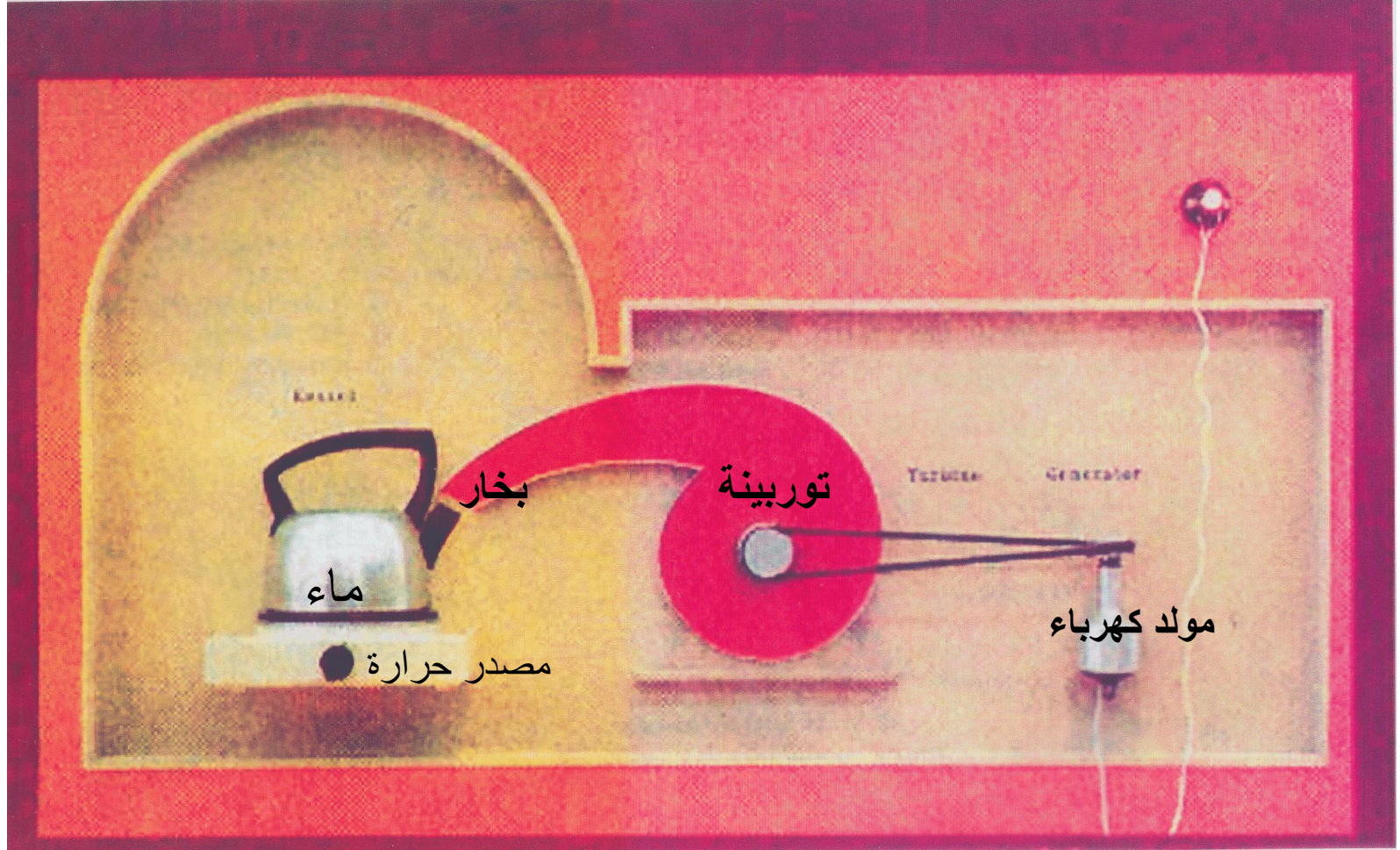
٢- الماء المضغوط (Pressurized Water Reactor (PWR))

- الماء الثقيل (Heavy Water Reactor (HWR))

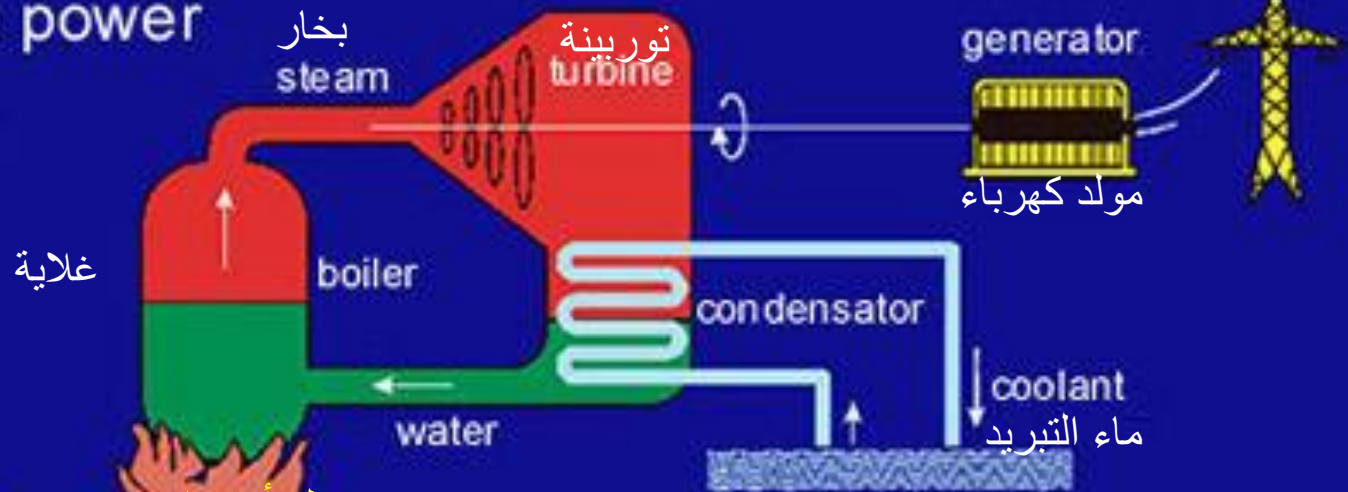
- التبريد بالغاز (Gas Cooled Reactor (GCR))

- التبريد بالمعادن المنصهرة (Liquid Metals Reactors (LMR))

مبدأ توليد الكهرباء



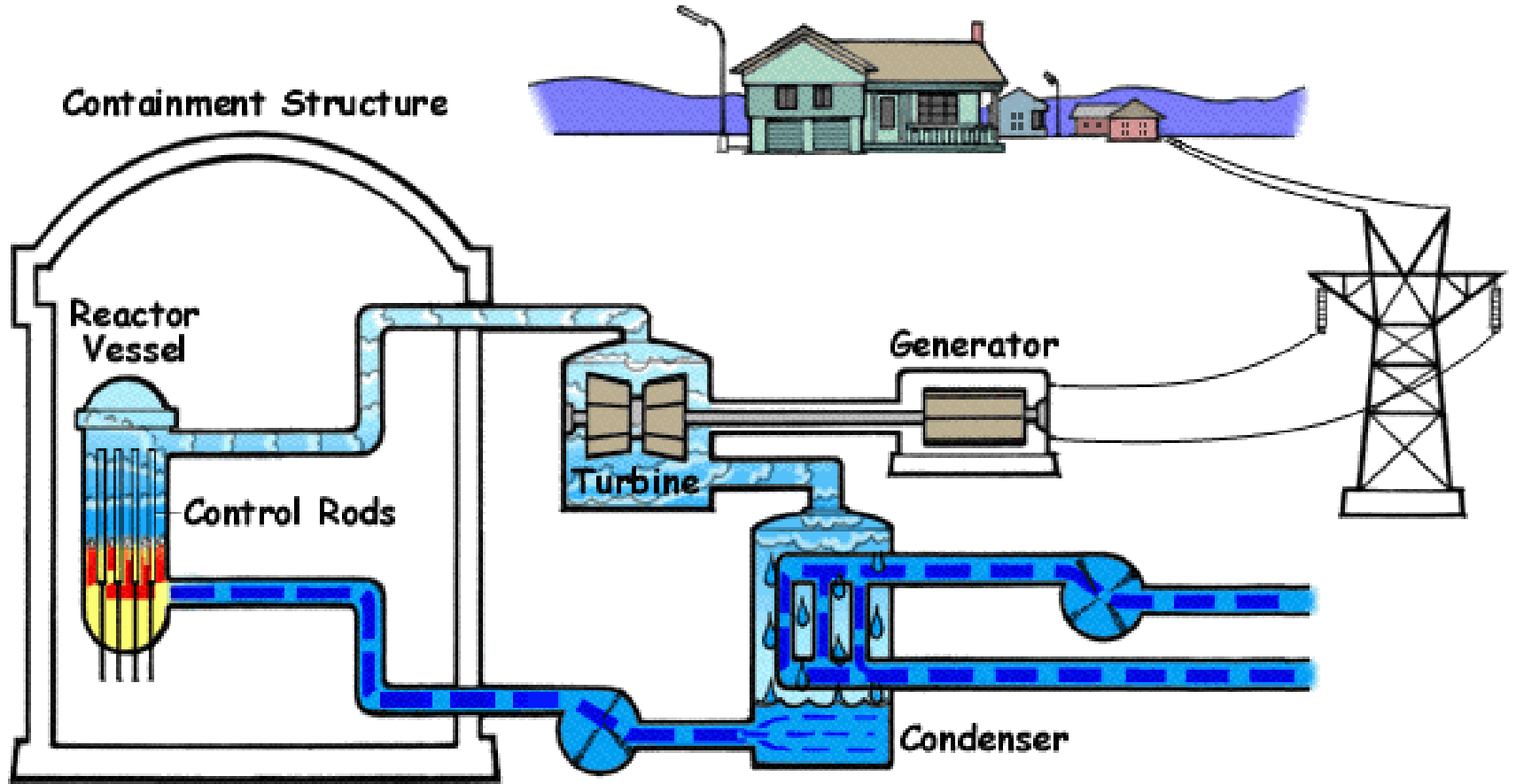
fossile power plant



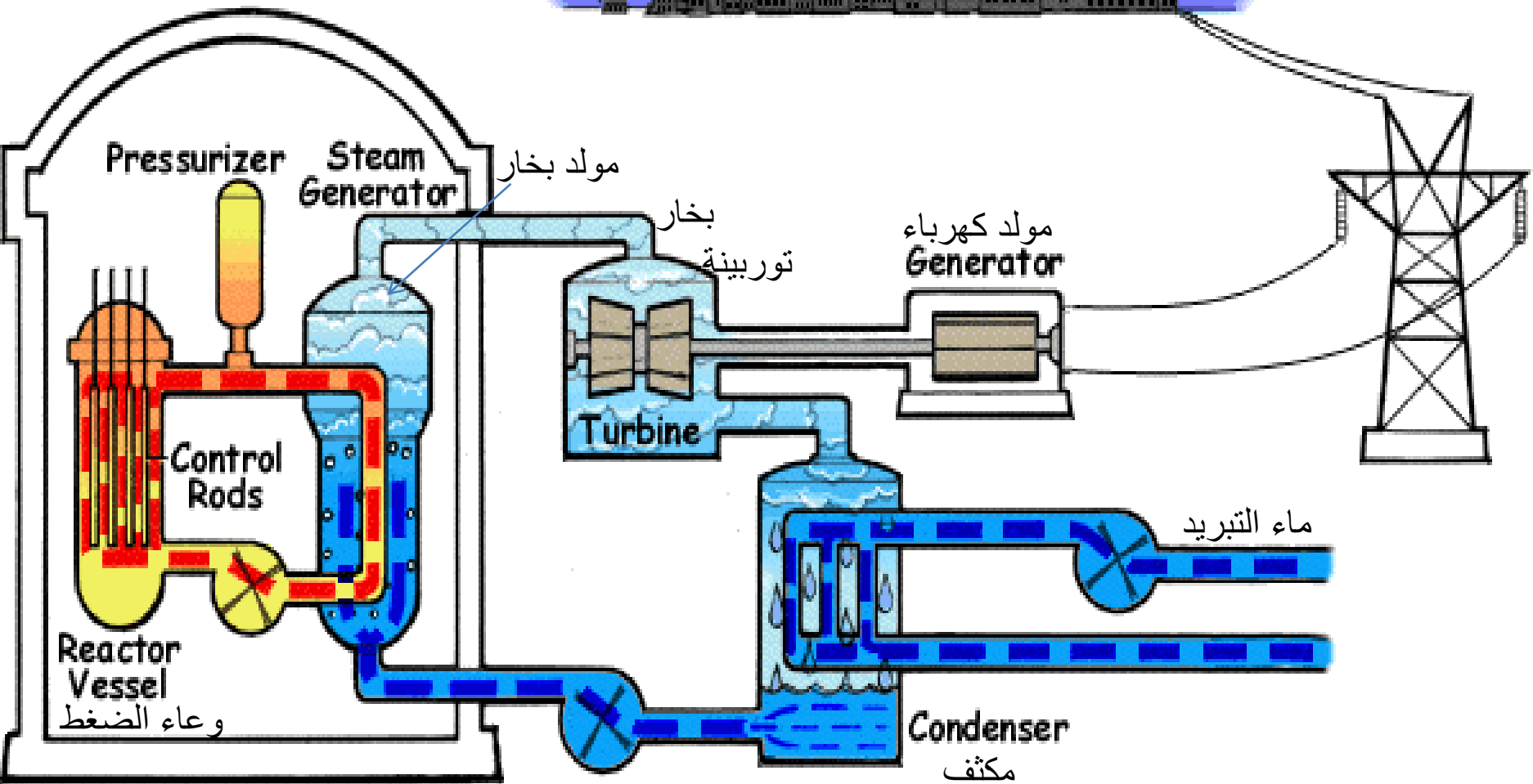
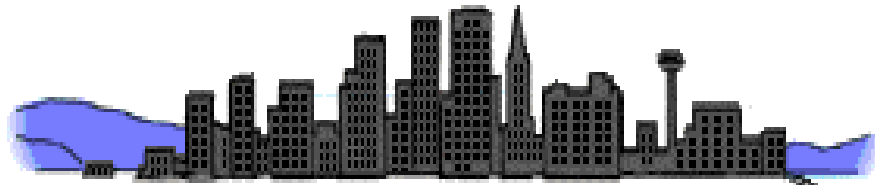
nuclear power plant



توليد الكهرباء من مفاعلات الماء المغلي



مبنى الاحتواء
Containment Structure



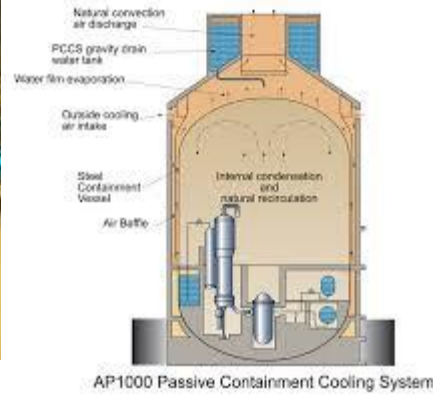
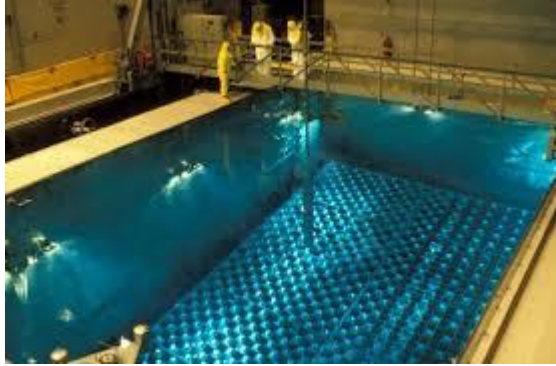
وعاء الضغط (Pressure Vessel)



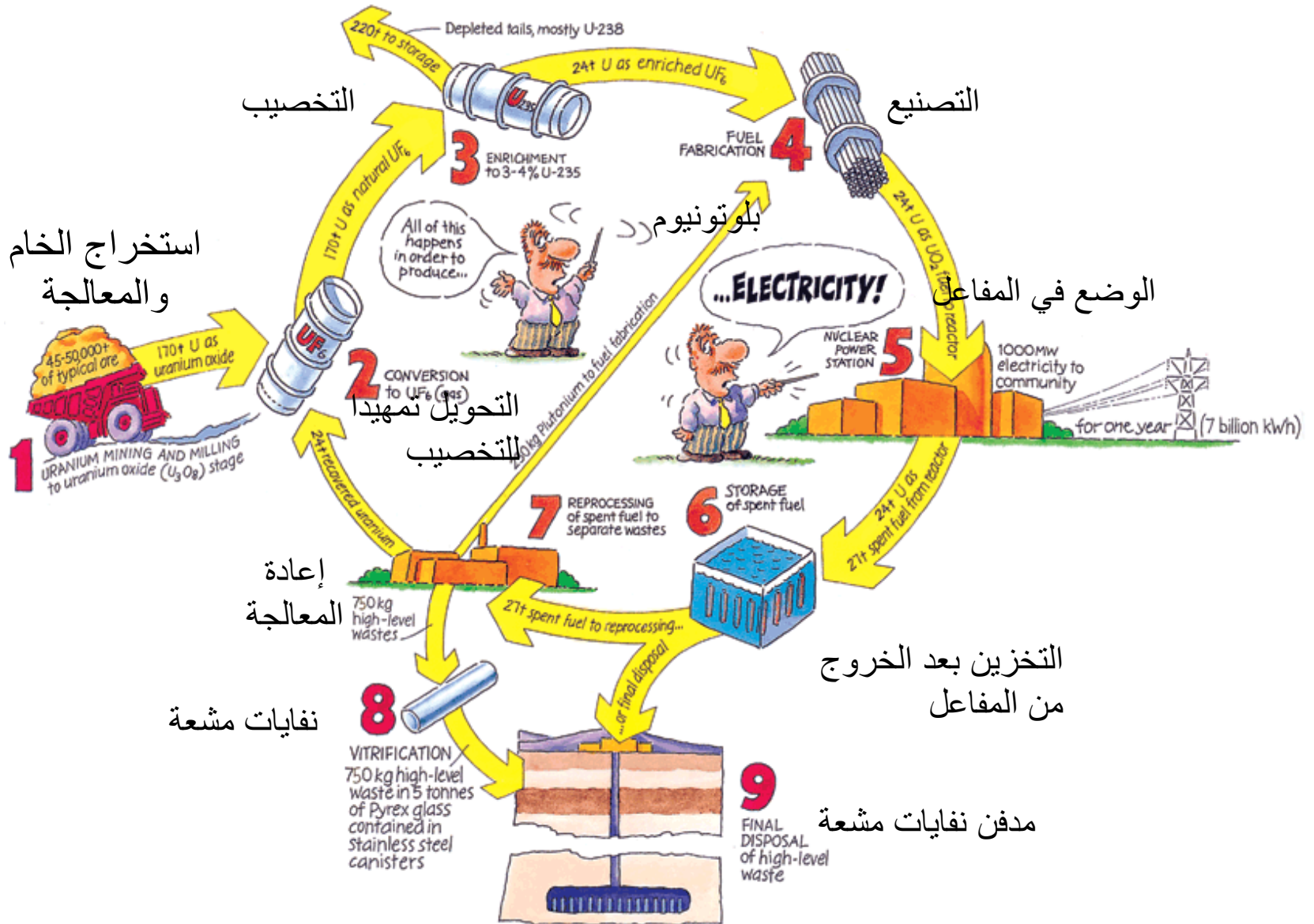
Pressurized Water Reactor Plant



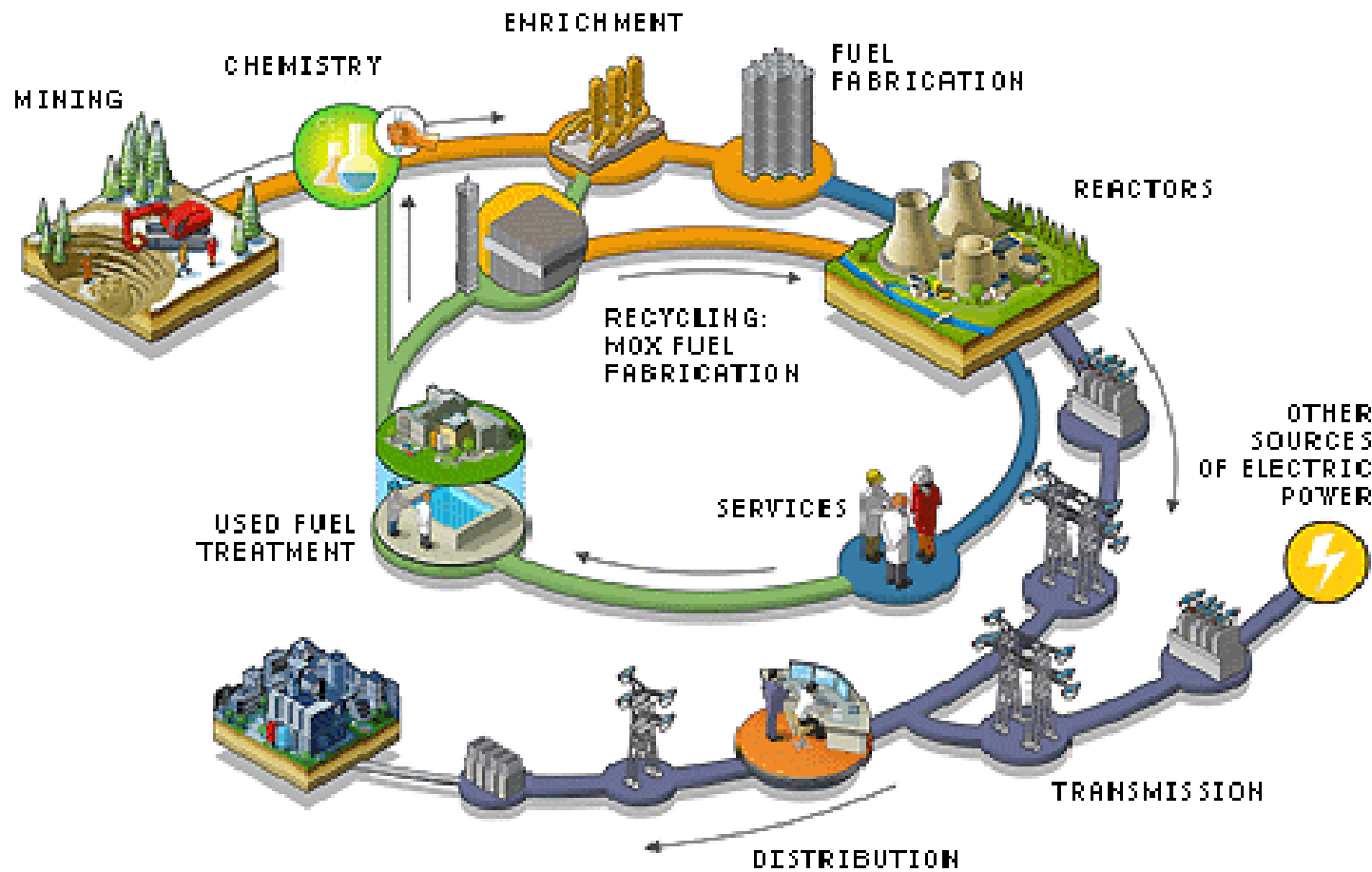
محطة التوليد ومبنى الاحتواء وحوض تخزين الوقود المستنفد



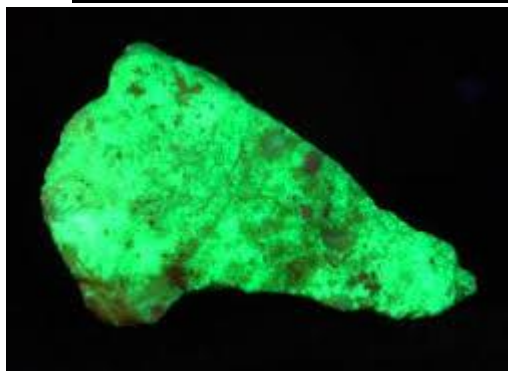
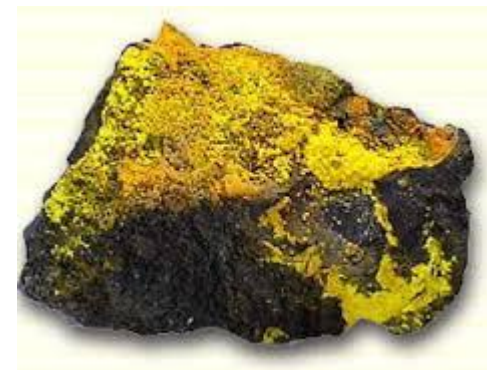
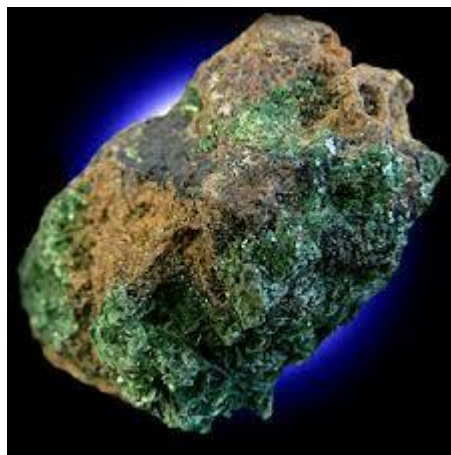
دورة الوقود النووي بخيارها المغلق والمفتوح



دورة وقود نووي مغلقة



خام اليورانيوم



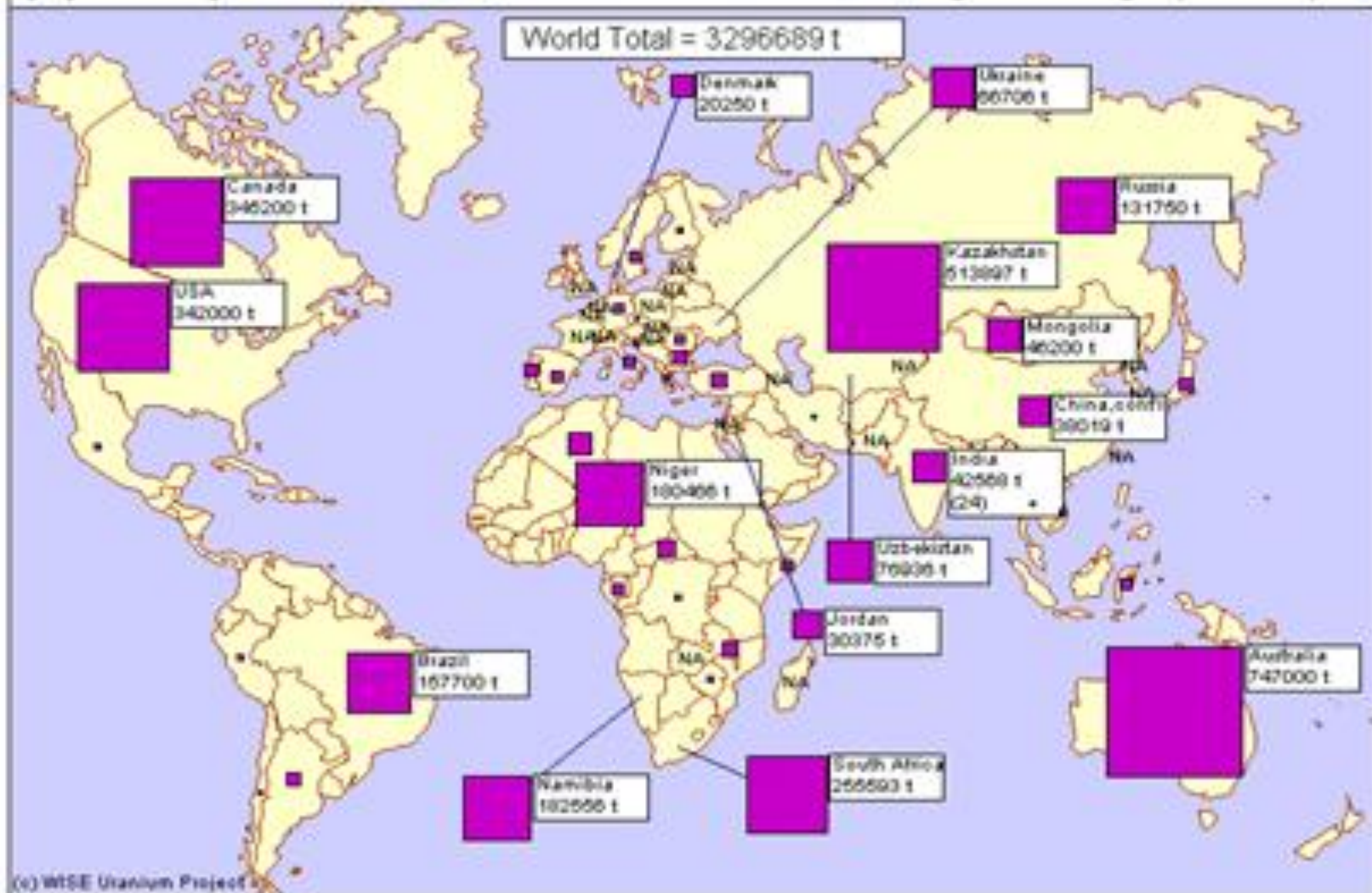
مصادر اليورانيوم

- يوجد اليورانيوم في التكوينات الأرضية بتركيزات مختلفة
- كذلك يوجد في ماء البحر والمحيط بتركيزات منخفضة
- وكتقدير لعالم سكانه ١٠ مليار نسمة واستهلاك طاقة ١٠ كيلو وات (الولايات المتحدة) أي أن القدرة المطلوبة ١٠٠ تيراوات.
- باستغلال الاحتياطي واستخدام المفاعلات الولودة (Breeder) يمكن بهذا المعدل أن يفي الاحتياطي مدة ٢٢٠ ألف سنة
- استغلال جميع التركيزات والتوليد يمكن أن يفي باحتياجات ٢٠٠ مليون سنة

Uranium Global Resources

Uranium Resources (RAR - \$130/kg U)

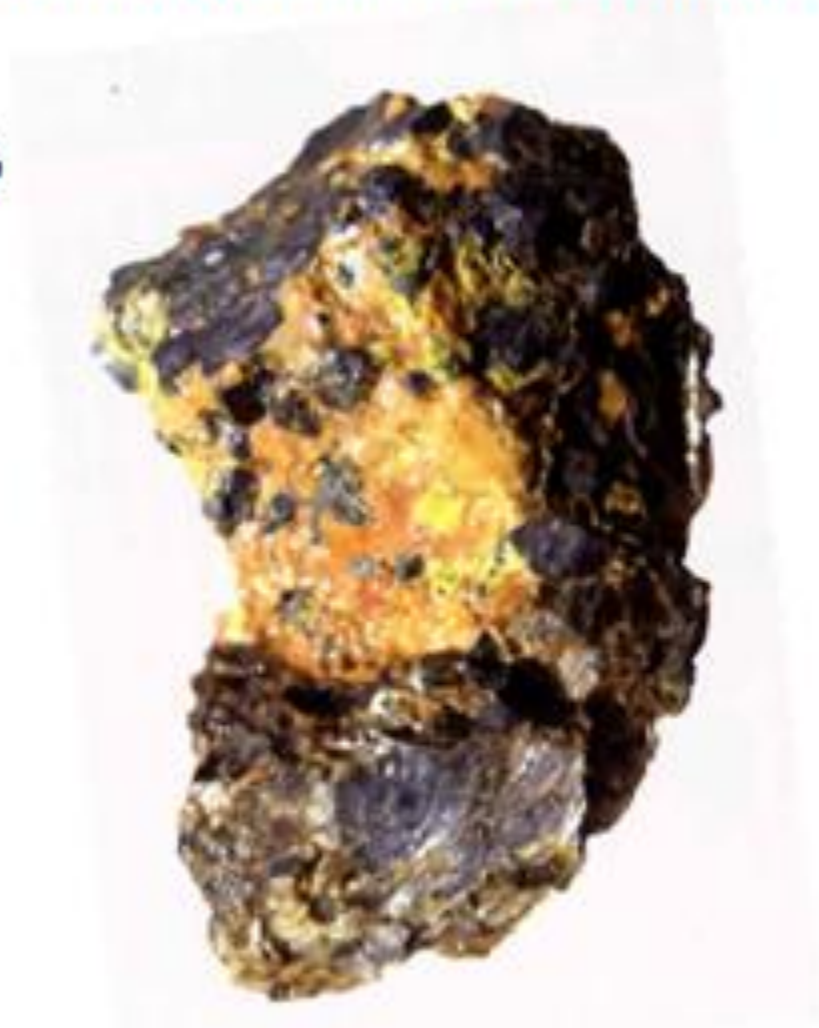
[t U] Reasonably Assured Resources, recoverable res. as of 1/1/2005, Cost range < US\$130/kg U (OECD 2006)



t = metric tonne - NA = Data not available

World Uranium Reserves

> Australia	24%
> Kazakhstan	17
> Canada	13
> South Africa	9
> Russia	6
> Namibia	6
> US	4
> Niger	3
> Uzbekistan	3

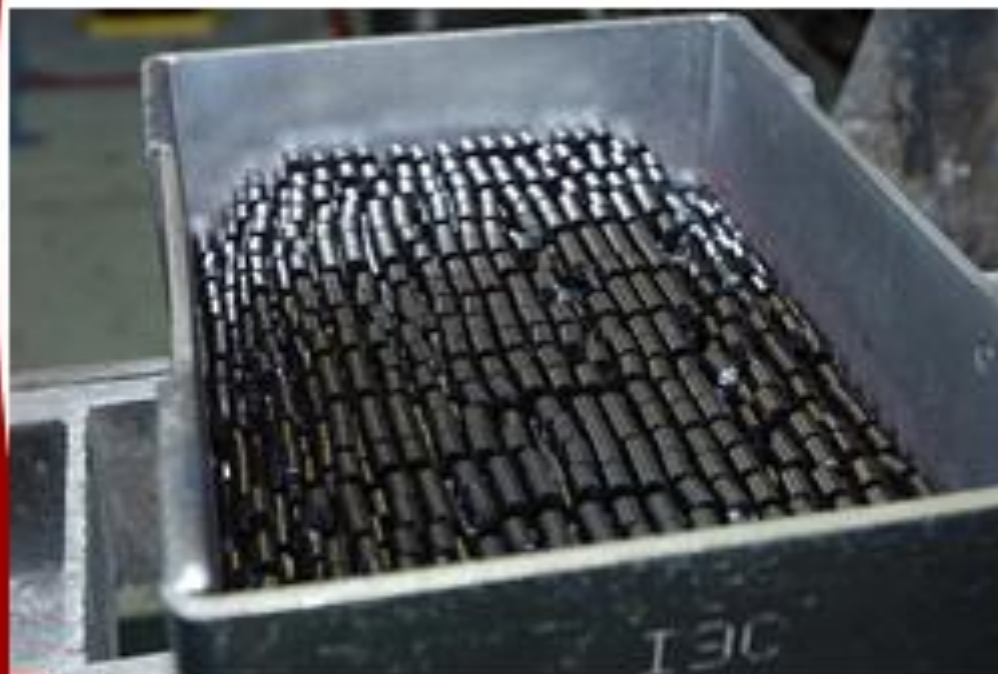


Most Uranium currently comes from Canada, followed by Australia and Niger

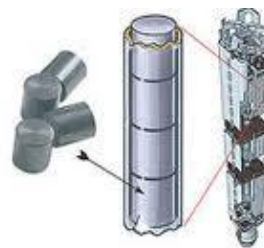
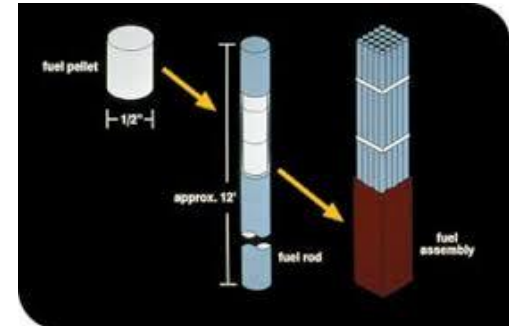
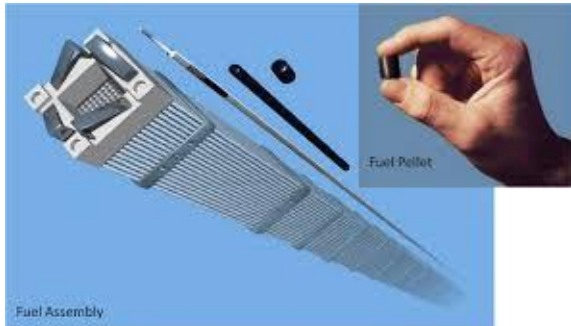
Uranium Mine in Niger (Sahara Desert)



Fuel Pellets



أقراص الوقود والقضبان والحزم



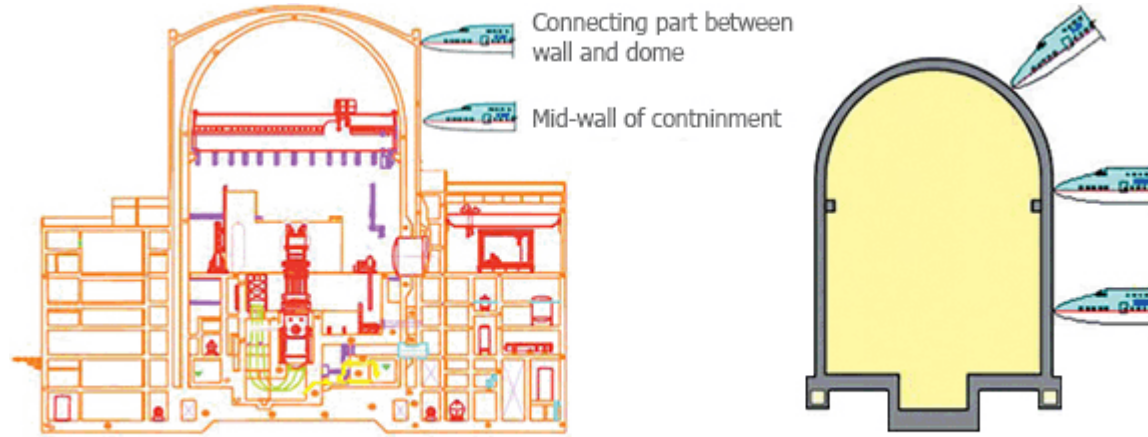
مبدأ الحواجز المتعددة في المحطة النووية



محطة مفاعل الماء المضغوط *Pressurized Water Reactor Plant*



تصميم مبنى الاحتواء ضد اصطدام طائرة به



Aircraft Impact Locations

مقارنة الطاقة الناتجة



- حرق ١ كيلوجرام من الخشب

يعطي ١ كيلوات.ساعة من الكهرباء



- حرق ١ كيلوجرام من الفحم

يعطي ٣ كيلوات.ساعة من الكهرباء



- حرق ١ كيلوجرام من البترول

يعطي ٤ كيلوات.ساعة من الكهرباء

- إنشطار ١ كيلوجرام يورانيوم

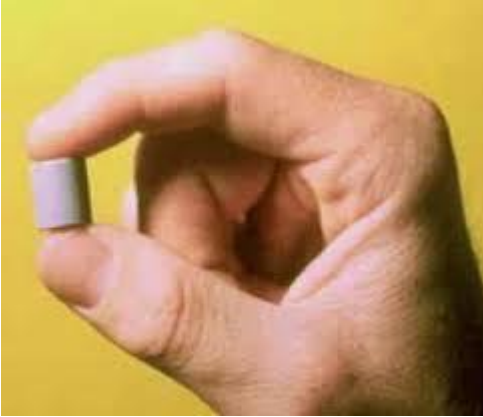
يعطي ٥٠٠٠٠ كيلوات.ساعة من الكهرباء

أو ٣٥٠٠٠٠٠ كيلوات.ساعة من الكهرباء

مع إعادة معالجة الوقود



مكافئ الطاقة



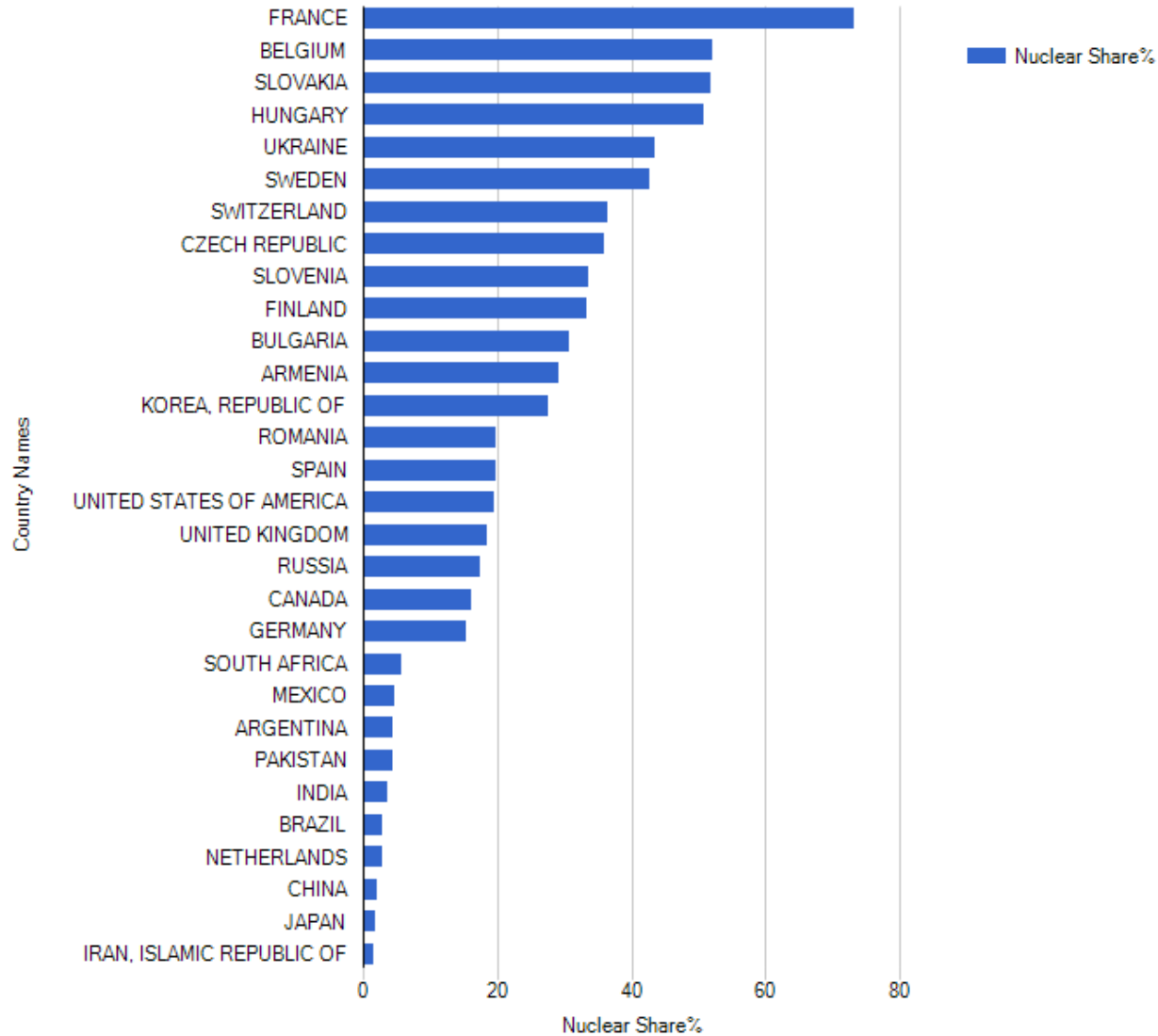
قرص من وقود اليورانيوم يعطي طاقة تعادل

١٧ ألف قدم مكعب غاز طبيعي

١ طن فحم

١٢٠ جالون بترول

مساهمة الطاقة النووية عالميا

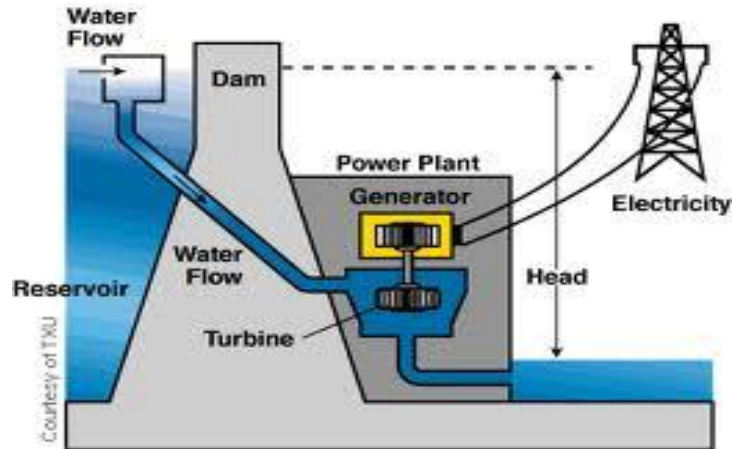


مصادر الطاقة

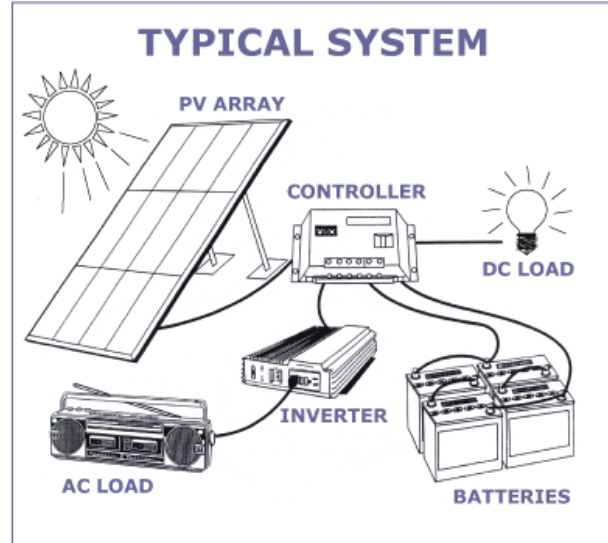


- الوقود الأحفوري: فحم ،
بتروول ، غاز طبيعي

- الطاقة الكهرومائية



تابع مصادر الطاقة



- الطاقة الشمسية

- طاقة الرياح



مقارنة تكاليف الكيلووات ساعة

Power Plant Type	Cost \$/kW-hr
Coal الفحم	\$0.10-0.14
Natural Gas غاز طبيعي	\$0.07-0.13
Nuclear نووي	\$0.10
Wind رياح	\$0.08-0.20
Solar PV شمس - خلايا	\$0.13
Solar Thermal شمس - حراري	\$0.24
Geothermal حرارة الأرض	\$0.05
Biomass بيوماس	\$0.10
Hydro مائية	\$0.08

التأثيرات البيئية

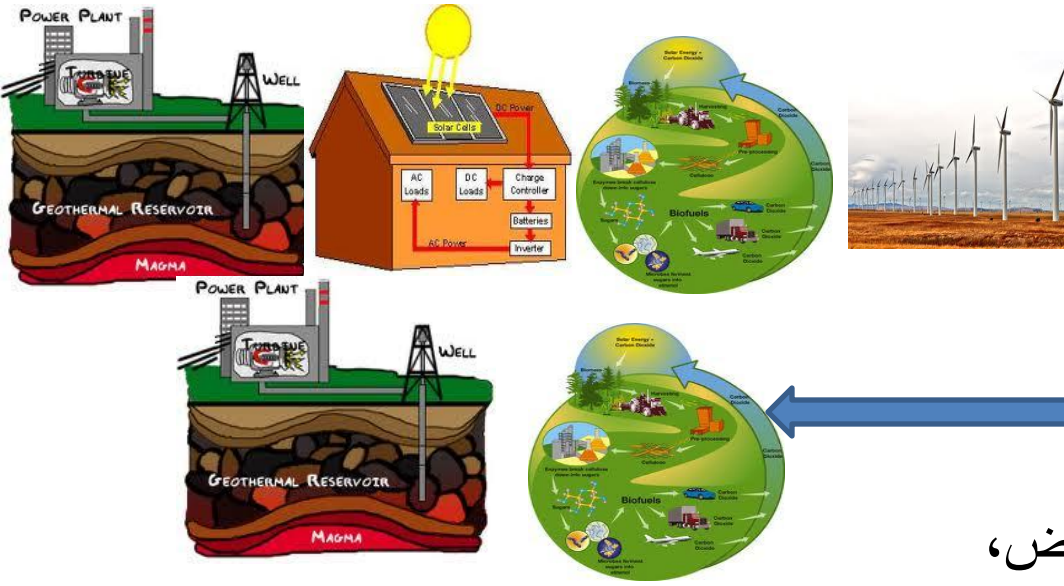
- الوقود الأحفوري (بترول، فحم، غاز طبيعي):
- تغيرات مناخية شديدة،
- سوء حالة الهواء،
- البحيرات الحمضية وتدمير الغابات،
- التلوث بالنفايات السامة (رماد الفحم والمخلفات)،
- تلوث المياه الجوفية،
- التلوث البحري وتلوث الشواطئ (البترول)،
- اضطرابات في استخدام الأرض،
- الحاجة لكمية كبيرة من الوقود ومتطلبات نقلها،
- استنزاف الموارد.

المصادر المائية



- نقل السكان،
- فقدان الأرض وتغير نمط الاستخدام،
- تغير في النظام البيئي وتأثيرات صحية،
- فقدان التباين البيولوجي،
- حوادث انهيار السدود

الطاقة الجديدة والمتجددة



-سوء جودة الهواء،

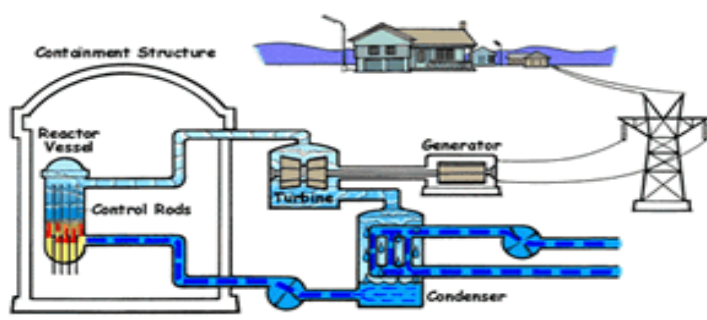
-استعمال مساحات واسعة من الأرض،

-تغيرات فى النظام الإيكولوجى،

-تأثيرات سيئة لعملية التصنيع (الخلايا الفوتوفولتية للطاقة الشمسية)،

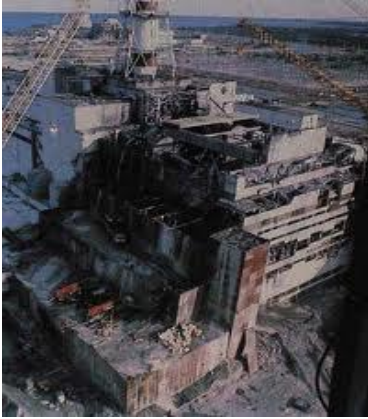
-تلوث سمعى (الرياح).





الطاقة النووية

- حوادث جسيمة ينتج عنها تسرب مواد مشعة (حادثة تشيرنوبيل وفوكوشيما مثلا)



- تسرب من مقابر النفايات المشعة

مقارنة الطاقة الناتجة



- حرق ١ كيلوجرام من الخشب

يعطى ١ كيلوات. ساعة من الكهرباء



- حرق ١ كيلوجرام من الفحم

يعطى ٣ كيلوات. ساعة من الكهرباء



- حرق ١ كيلوجرام من البترول

يعطى ٤ كيلوات. ساعة من الكهرباء

- إنشطار ١ كيلوجرام يورانيوم

يعطى ٥٠٠٠٠ كيلوات. ساعة من الكهرباء

أو ٣٥٠٠٠٠٠ كيلوات. ساعة من الكهرباء

مع إعادة معالجة الوقود



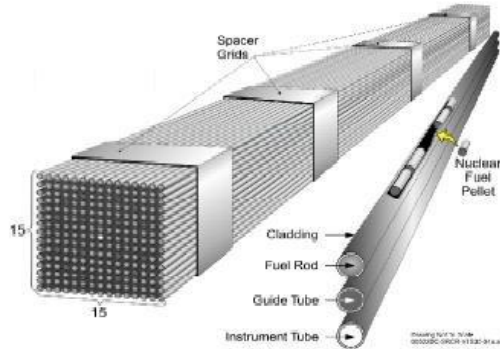
إمداد الوقود

• محطة بقدرة ١٠٠٠ ميغاوات يلزمها سنويا:



• ٢٦٠٠٠٠٠ طن فحم
(٢٠٠٠ عربات قطار حمولة كل منها ١٣٠٠ طن)

• ٢٠٠٠٠٠٠ طن بترول (١٠ ناقلات عملاقة)



• ٥٠ طن يورانيوم (١٠ متر مكعب)

مساحة الأرض اللازمة



- المحطات النووية ومحطات الوقود الأحفوري
٤-١ كيلومتر مربع



- شمسية (حرارية أو خلايا فوتوفولتية)
٥٠-٢٠ كيلومتر مربع (مدينة صغيرة)



- مزارع الرياح
١٥٠-٥٠ كيلومتر مربع



- البيوماس (الوقود الحيوي)
مزارع بمساحة ٤٠٠٠-٦٠٠٠ كيلومتر مربع (مقاطعة)

الوقود الأحفوري (فحم & بترول & غاز) (الانبعاثات)



بترول وغاز



فحم



الطاقة النووية (الانبعاثات)



مجرد بخار ماء من أبراج التبريد ولا توجد
انبعاثات ملوثة للبيئة



الانبعاثات

مقدرة بالطن يوميا لكل ١٠٠٠ ميغاوات كهربى

غاز طبيعى	بتروى	فحم	نووى
١١٣٥٠	١٧٨٣٥	٢٣٩٠٠	لاىوجد
١	١٢٠	١٣٠	لاىوجد
١٨	٤٣	٦٤	لاىوجد

- محطة نووية بقدره ١٠٠٠ ميغاوات كهربى لاتطلق غازات أكاسيد نيتروجين أو أية ملوثات أخرى، وتنتج سنويا حواى ٣٠ طن وقود مستنفدعلى الإشعاع، و ٨٠ طن من النفايات المشعة منخفضة ومتوسطة الإشعاع،
- يمكن خفض حجم النفايات منخفضة الإشعاعية بدرجة كبيرة عن طريق التداول الآمن للنفايات المشعة.

تابع الانبعاثات

- استطاعت الدول التي لديها طاقة نووية كبيرة وإمكانات طاقة مائية كبيرة أيضا خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل جوهري أكثر من الدول التي تعتمد على الوقود الأحفوري



تابع الانبعاثات

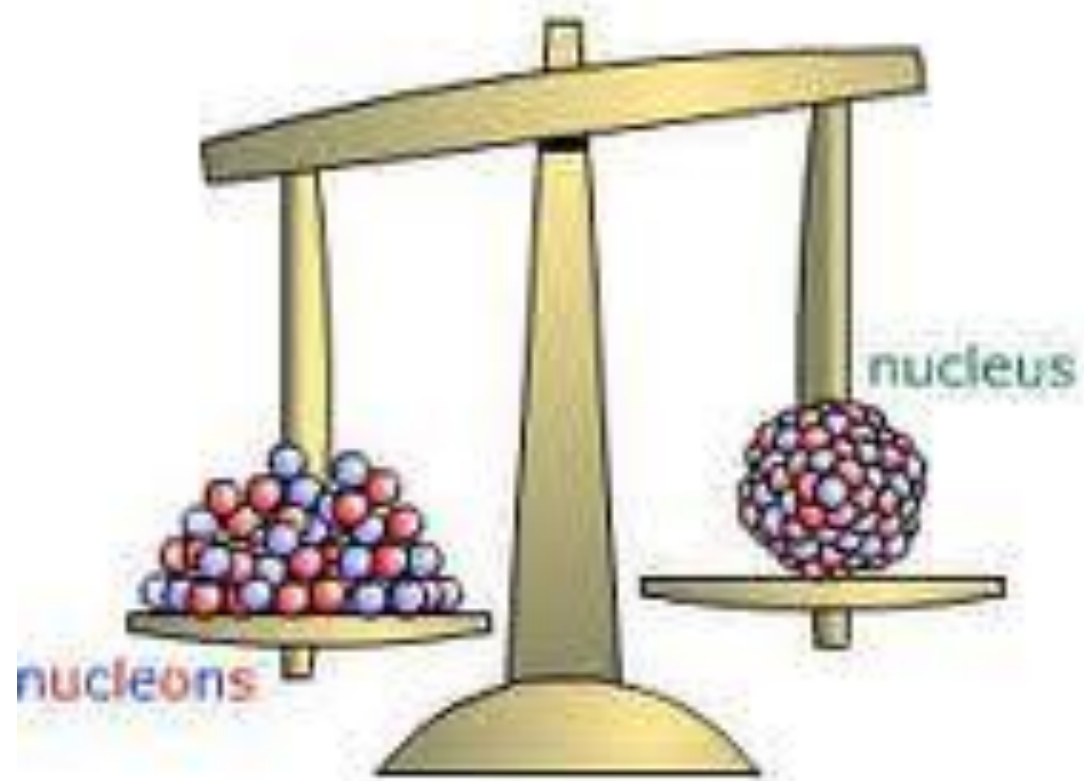
- استطاعت فرنسا خلال الـ ٣٠ عاما الأخيرة بالتوسع فى الطاقة النووية تخفيض نسبة انبعاثات ثانى أكسيد الكربون بنسبة ٨٠%، بعكس الدول التى استغنت عن الطاقة النووية زادت لديها ظاهرة الاحتباس الحرارى،
- والآن تعمل الطاقة النووية والطاقة المائية على تجنب ٨% سنويا من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون على مستوى العالم

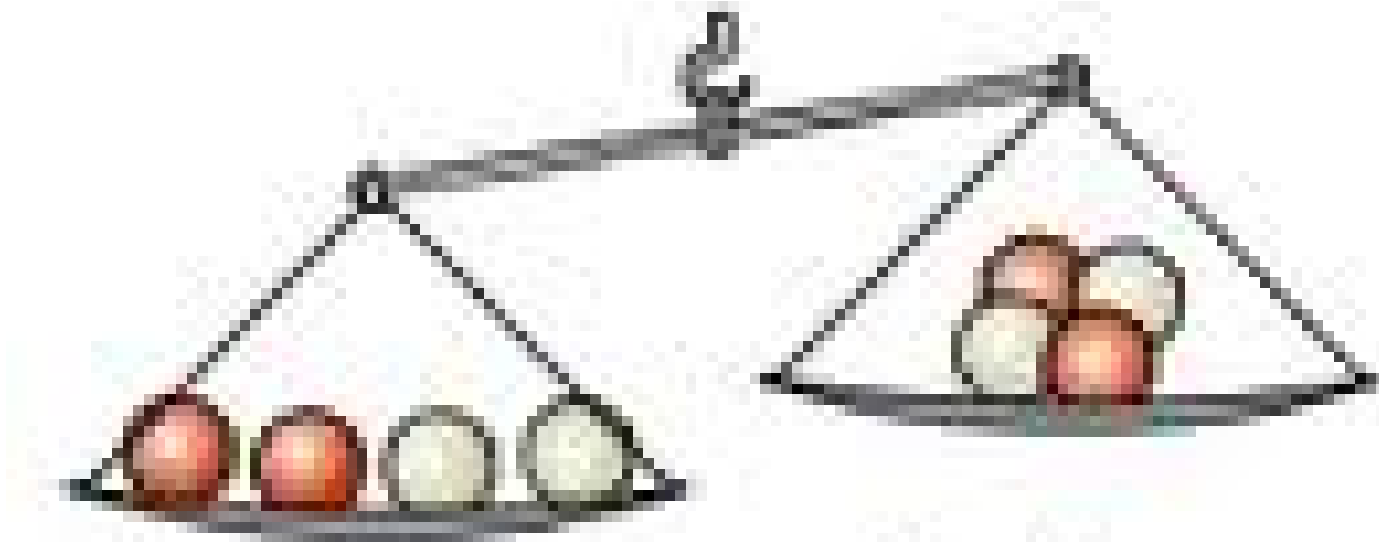
شکرا علی حسن استماعکم

کریم

أساس الطاقة النووية؛ تحول الكتلة إلى طاقة

- طبقا لنظرية أينشتاين فإنه لو تحولت كتلة من المادة إلى طاقة فإن الطاقة الناتجة تساوي الكتلة المتحولة مضروبة في مربع سرعة الضوء.
- سرعة الضوء تساوي 3×10^{10} سم/ثانية
- مربع سرعة الضوء $(3 \times 10^{10})^2 = 9 \times 10^{20}$
- أي 9 وأمامها عشرون صفرا. ومعنى ذلك أنه مهما كانت الكتلة المتحولة صغيرة فإنه بضربها في هذا الرقم المهول يكون ناتج الضرب مهولا أيضا. وهذا هو أساس الطاقة النووية

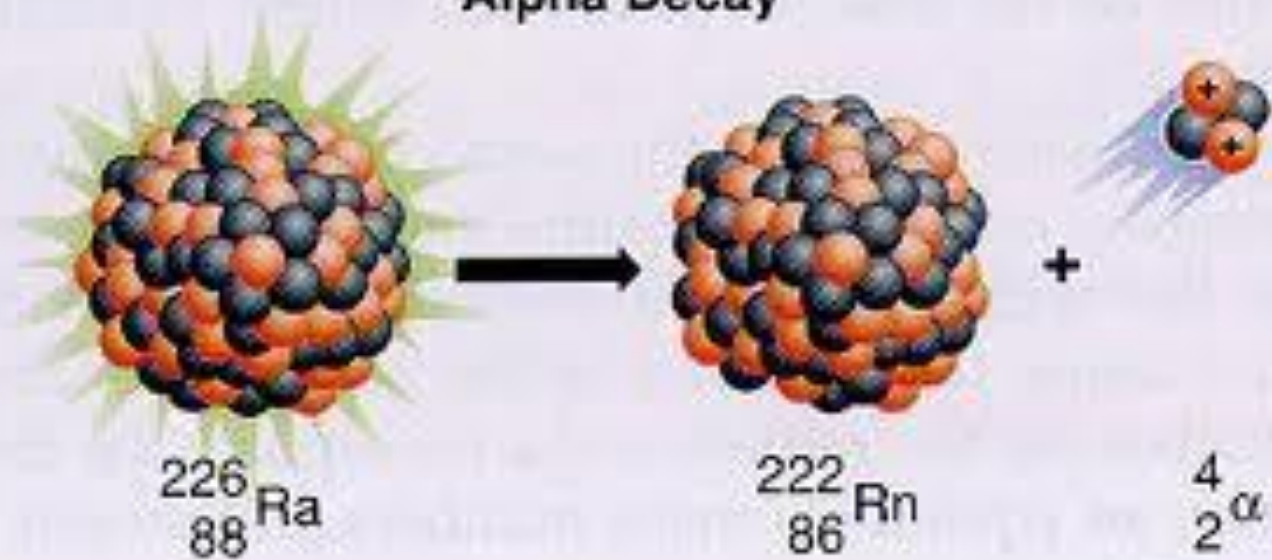




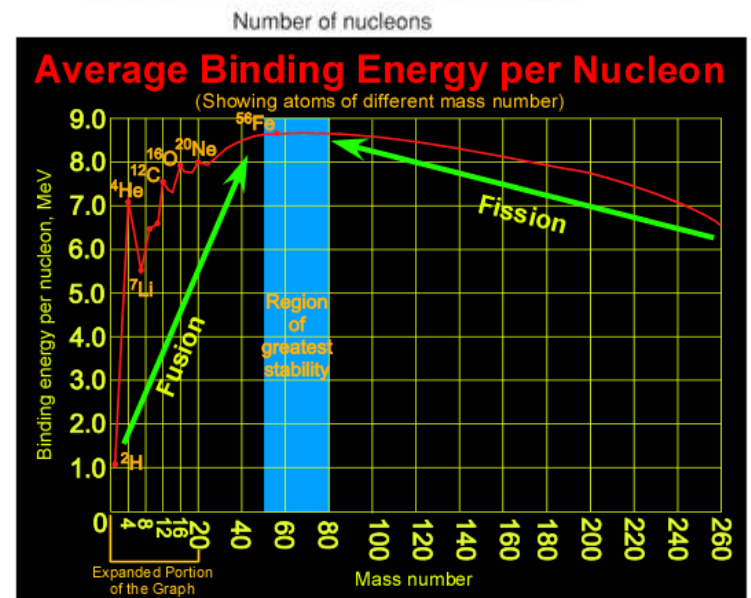
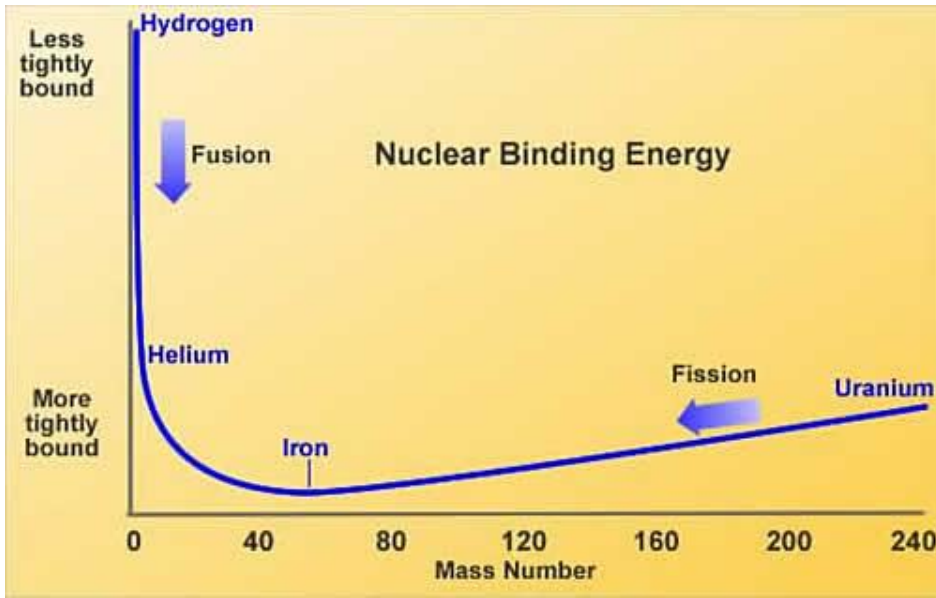
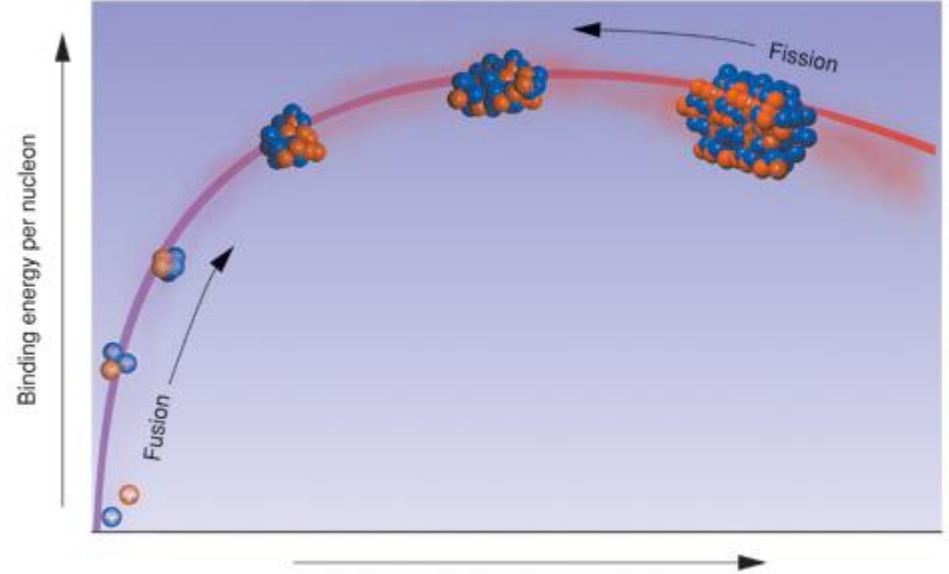
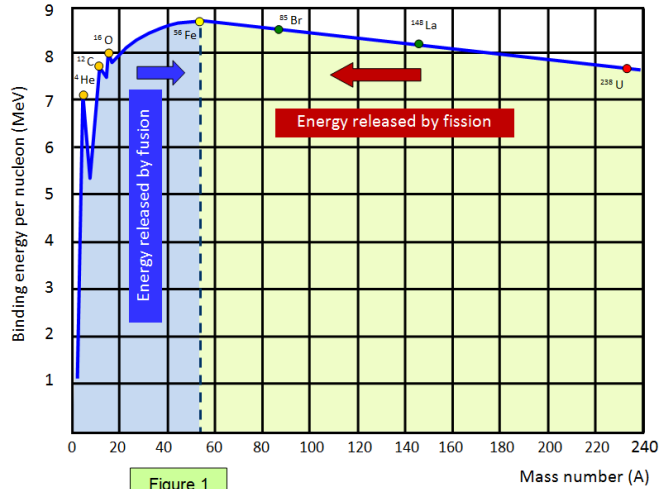
2 protons
+ 2 neutrons

Helium
nucleus

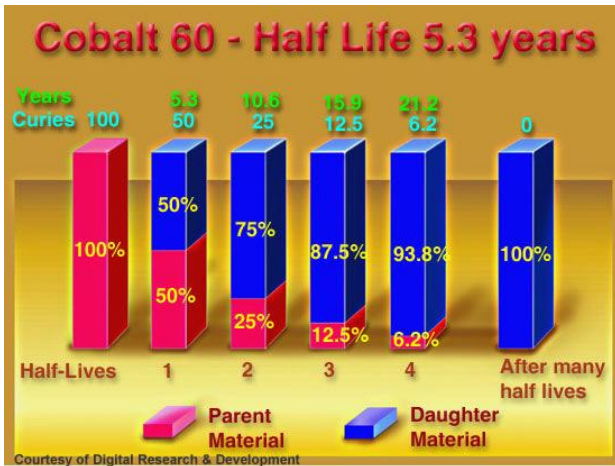
Alpha Decay



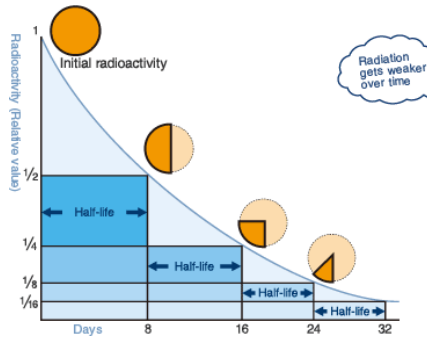
طاقة الربط



عمر النصف الإشعاعي

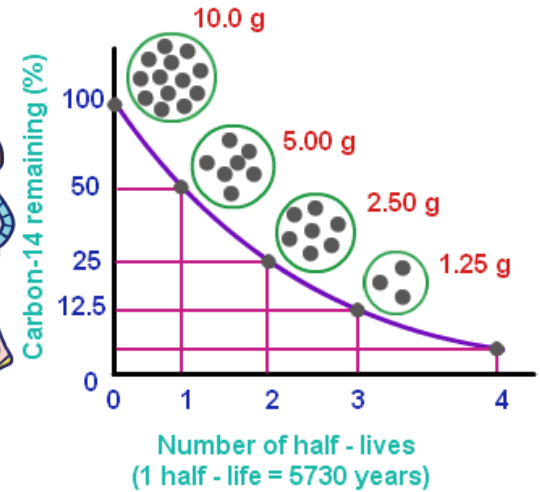


[How radioactivity decays] Iodine 131

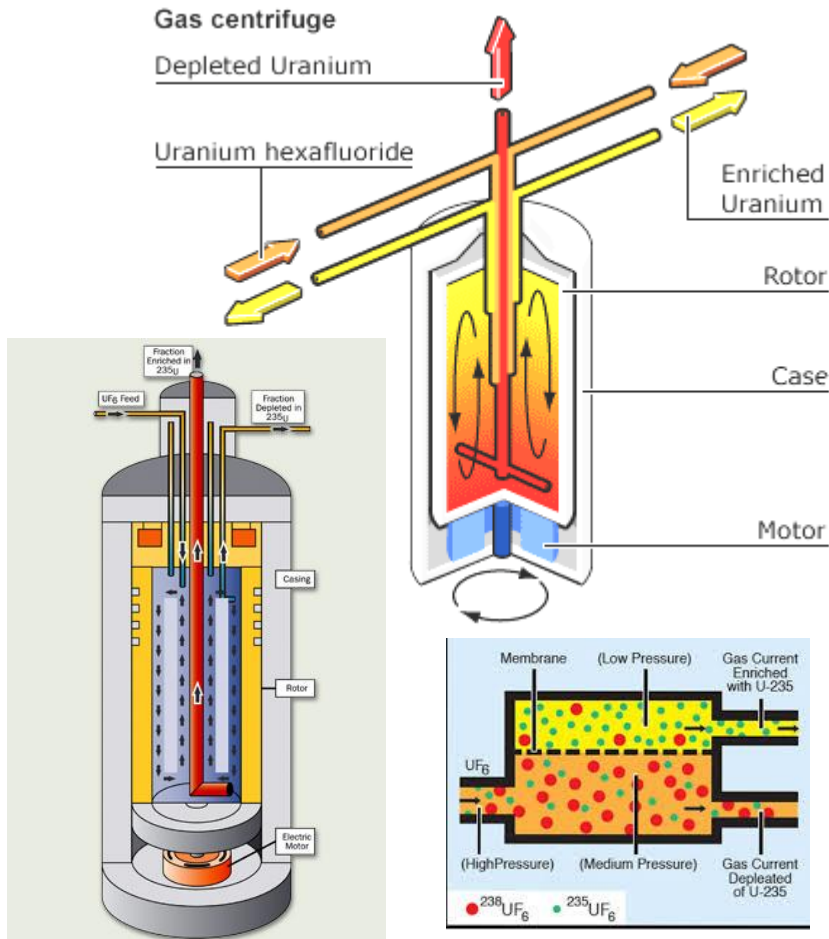




Radiation gets weaker over time

Decay of Carbon - 14

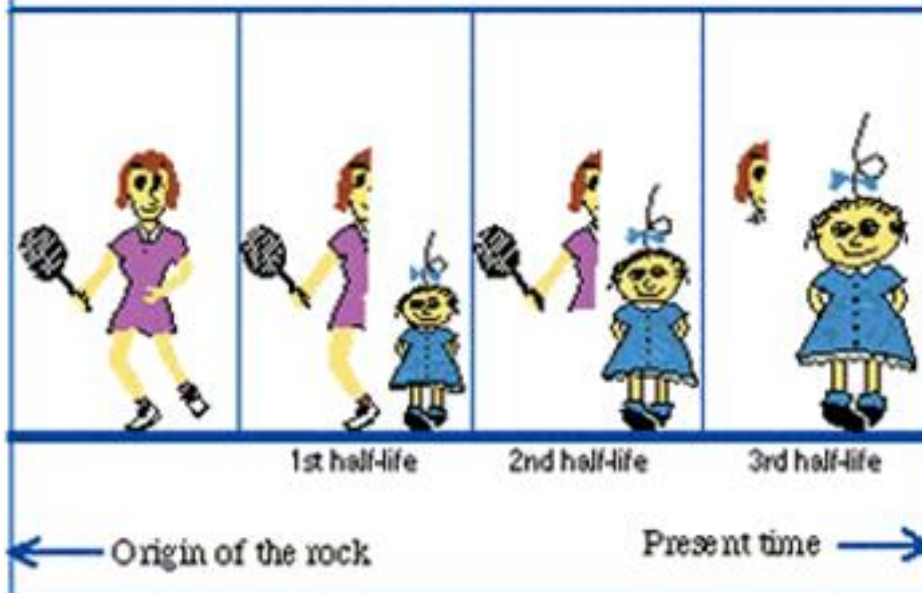


Uranium Enrichment



Naturally occurring uranium	Enrichment process
Composed of uranium-238 and just 0.7% of uranium-235 (the element used to make nuclear fuel or bombs)	Boosts the ratio of U235 in the uranium mass by separating it from the U238 in a centrifuge
<p>Uranium hexafluoride gas enters centrifuge</p> <p>The lighter U235 separates and rises</p> <p>The denser U238 sinks down and is extracted</p>	<p>U235-enriched gas is sent to a second centrifuge</p> <p>The process is repeated in a "cascade" of centrifuges</p>
<p>Uses</p> <p> Civil use: the proportion of U235 in the mix is boosted by 4-5% to produce fuel</p>	<p> Military use: the ratio of U235 is increased to at least 90% to make</p>

Parent/daughter decaying process



Reactors comprise only part of the overall fuel cycle.

