ANSELME LANTURLU

الطاقة

تأليف:

Jean-Pierre Petit

ترجمة: ميرود فيصل

حدود بـــلا معرفـــة

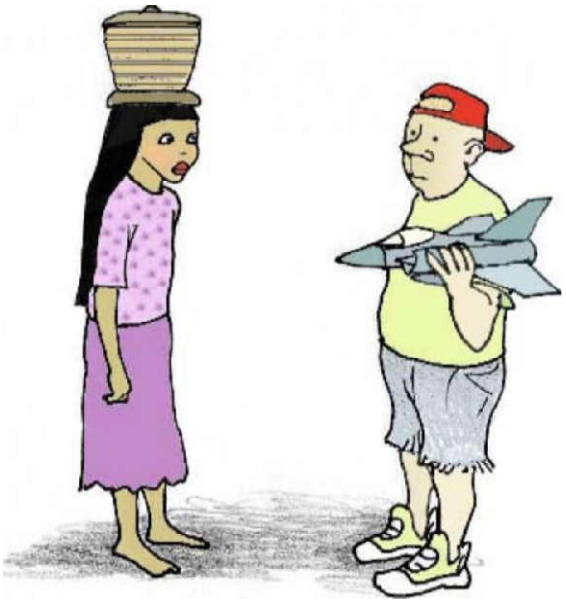
.فرنســـــيان عالمـان ويـديرها 2005 عام تأسســـت ربحيـــة غـير جمعيـة
من رسمه تـم الـذي النطـاق باســـتخدام العلميـــة المعرفـــة نشـر :الهدف
تـم :2020 عام فـــي .مجانًا للتنزيـــــل قابلـــة PDF ملفـــات خلال
عمليـة 500000 من أكـثر مع .لغـة 40 فـي ترجمـة 565 تحقيـــق
.تنزيـــل

Jean-Pierre Petit **Gilles d'Agostini**

بالمـــال التـــبرع تـم .تمامـا تطوعيـــة الجمعيـــة
.للمـــــترجمين بالكامـــل

زر اســـتخدم ، تـــبرع لتقـــــديم
:الرئيســـــية الصـــفحة فـــي PayPal

http://www.savoir-sans-frontieres.com



PayPal
FAIRE UN DON

التمهيد

في قديم الزمان كان الناس لا يعرفون النار،
فكانوا يطبخون طعامهم بتعريضه لأشعة الشمس.

قد يكون من الأفضل لو تمكنا من إيجاد شيء آخر...

عند حلول الليل، كانوا يدخلون إلى مغاراتهم أحجارا ثقيلة بعد أن تخزن حرارة الشمس .

..شاق..

أنت نائمة؟

لا, الأحجار أصبحت باردة منذ مدة...

نشعر بالبرد...

سيصبح الحال أسوأ مما هو عليه عندما يحل فصل الشتاء، فنصف القبيلة مصاب بالزكام

ماذا تفعل؟

أبحث عن وسيلة **لأخزن الطاقة** ....

كهف

أحجار

هضبة

أوزان

من المتعب حقا إدخال هاته الأحجار بسرعة كل مساء

تصورت أسلوب أجر به هذه اللوحة المحملة بالأحجار الساخنة إلى داخل الكهف كل مساء

و خلال النهار أرفع حمولتي

تخزن **الطاقة الكامنة**

إنها طريقة فعالة،
و لكن لماذا يجب أن نقوم بهذا العمل كل يوم؟

أنسلم، ماذا تفعل الآن ؟

إني أحسن
طريقتي في **تخزين الطاقة**

و أخيرا !

تريد أن تقول أنك
خزنت الطاقة **بداخل**
هذه العلبة ؟

؟

الأسلوب الذي
اخترعته يمثل خزانا **للطاقة الداخلية**

؟..

طاقة يمكنني **نقلها**
و **إعادة** استعمالها متى شئت

AAAAAHHH

CLAP!

الطاقة الكيميائية

صوفيا !وجدت !هناك **طاقة** مخزنة في هذا **المسحوق الأسود** الذي اخترعته للتو

سنتمكن من استعمالها في طهي الطعام و تسخيننا!

ستترين...

إذا أردت رأيي، إنه اختراع جيد لكنه ليس سهل الاستعمال

أيجب علي التخلي عن هذا الأمر؟

ماذا لو خلطنا هذا المسحوق بالرمل ؟

جيد...الرمل يهدئ الخليط و يجعله أكثر استقرارا، لكي يحرر طاقته بهدوء!

يمكن التحكم في تحرير الطاقة

لن نرتجف من شدة البرد هذا الشتاء...

الطاقة النووية

...علب، بداخلها شياطين !؟

تقول أسطورة أن **الطاقة** احتجزت داخل **أنوية** بعض **الذرات** مثل **اليورانيوم**، و أن هذه الذرات صنعت في الشمس داخل غرف جهنمية، ثم قذفت و حبست بداخل كتلة الأرض خلال تكوينها

لكن هذه الذرات ليست علبا صلبة، و من حين لأخر، غطاء بعضها ينفتح أو ينفجر

CLOP!

CLOP!

و هكذا تتحرر الشياطين **الطاقة**

تقول الأسطورة، أنه **في أخر الزمان** ستخرج كل الشياطين من علبها، فيفقد الكون هذا النوع من الطاقة

وهكذا سيتقلص كالمثانة بعد خروج الغازات

لكن هذا سيأخذ وقتا طويلا ، طويلا جدا...

نعم، و الحمد لله على ذلك

و لهذا يجب شكر الله على توفيره لنا هذا الكم من الطاقات لاستغلالها

و كم من الوقت تبقى الشياطين في علبها ؟ و كم من الوقت تحتفظ هاته **الأنوية** على هاته **الطاقة** ؟

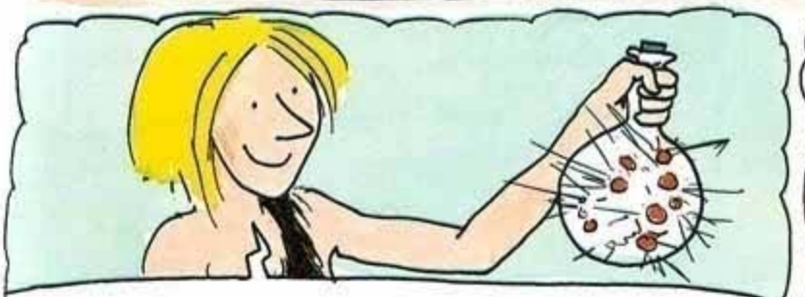
يا بني ، هذا يرجع إلى العلب و أنوية الذرات

دور عنصر مشع

إذا اعتبرنا مجموعة من العلب تحتوي على شياطين، خلال زمن يسمى **بنصف الحياة أو دور**، **نصف** العلب ستحرر شياطينها. في وقت متماثل، نصف العلب المتبقية ستنفتح هي أيضا، و هكذا دواليك. نصف الحياة هي متغيرة : مليارات السنوات أو أجزاء من الثانية

و إن لم تكن هذه العلب التي تحتوي على شياطين، و كل هذه الأنوية المحملة بالطاقة في قلب الأرض لكان البرد أشد في الشتاء

سيكون من المفيد أن أعثر على كل هاته الذرات المشحونة بالطاقة



ينبغي فقط أن أجمع عددا كافيا في قارورة لتسخيني في الشتاء!

أنتبه أنسلم إن شدة **الطاقة النووية** أقوى بكثير من شدة **الطاقة الكيميائية**.

مئات الآلاف المرات أكثر قوة و شدة.

الشياطين المنبعثة من الأنوية المشعة تندفع بقوة شديدة

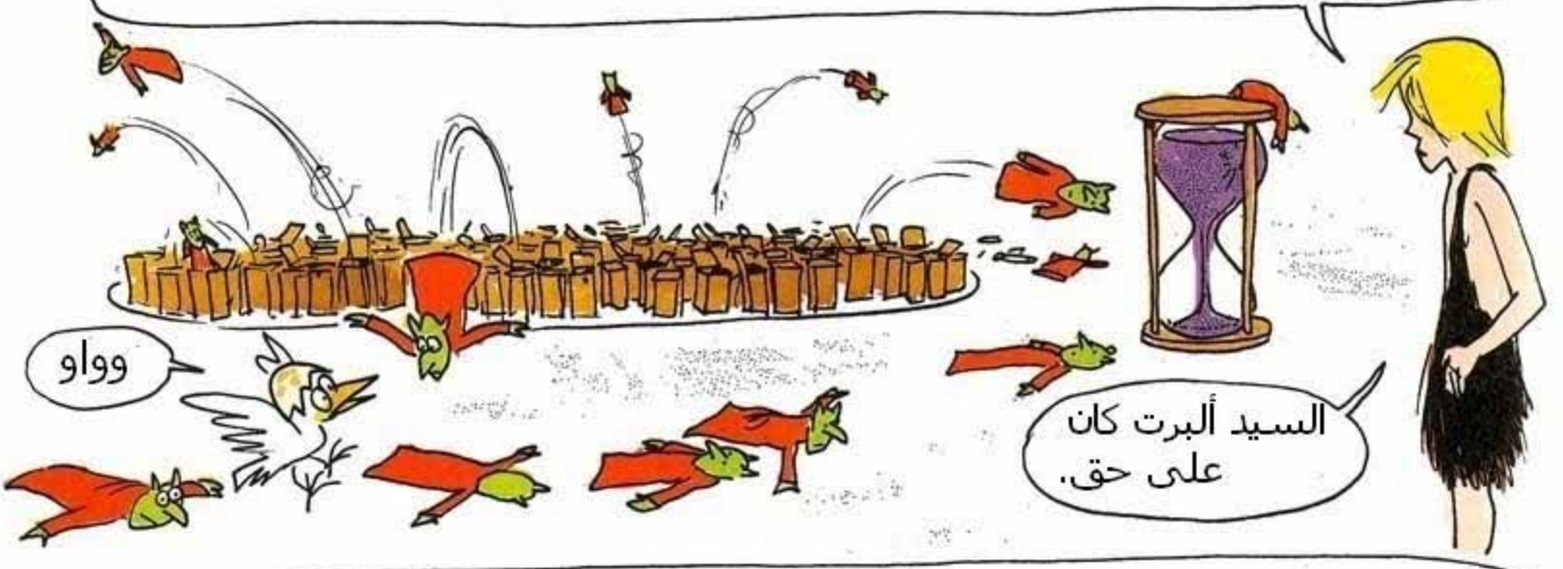
FLOP!

نواة

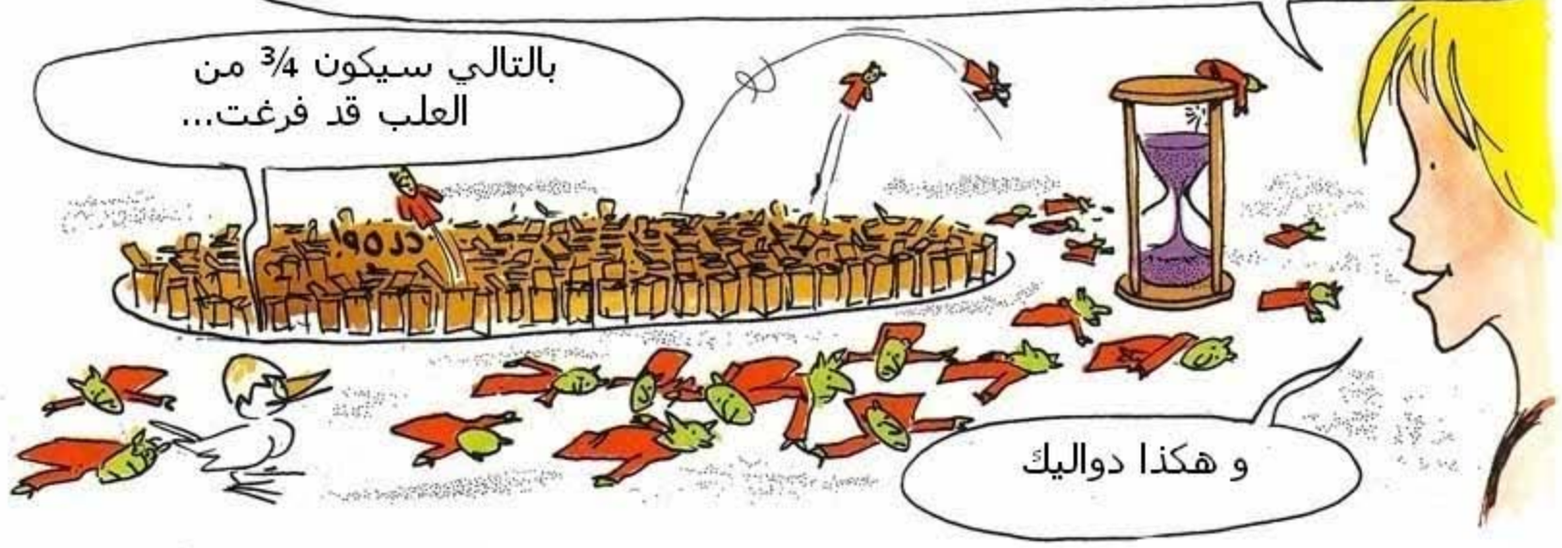
لنرى إذا كان السيد ألبرت على صواب، فأقفال هذه
العلب تنزلق تدريجيا، و هكذا تنفتح الواحدة تلوى الأخرى

أضع هذه العلب
الواحدة بجوار الأخرى

حسنا، خلال زمن نصف الحياة، نصف هذه العلب فرغت



و خلال مدة مماثلة، النصف المتبقي من العلب يقذف شياطينه



تحول الطاقة

نجح الأمر ! **فالطاقة** المنبعثة من هذه **الذرات المشعة** يمتصها الماء و **تتحول إلى حرارة**

أنواع الشياطين المختلفة

في الحقيقة ليس هناك نوع واحد من الشياطين. فأول ما يمكن أن ينبعث من الأنوية هو **الإشعاع x أو** ∝ . نوع من الضوء غير المرئي

ابتعدوا!!

يمكن أن نمتصه على سبيل المثال بعارضة سميكة من الرصاص و هكذا تتحول طاقته إلى حرارة

أنواع أخرى من الشياطين هي التي تتوفر على **شحنة كهربائية**

تتحرك بسرعة؟

هذا يعتمد على **طاقتهم**. و لكن سرعتها يمكن أن تصل إلى عشرات الآلاف من الكيلومترات في الثانية

بهذه السرعة يمكنها أن تخترق أي شيء ...

...!

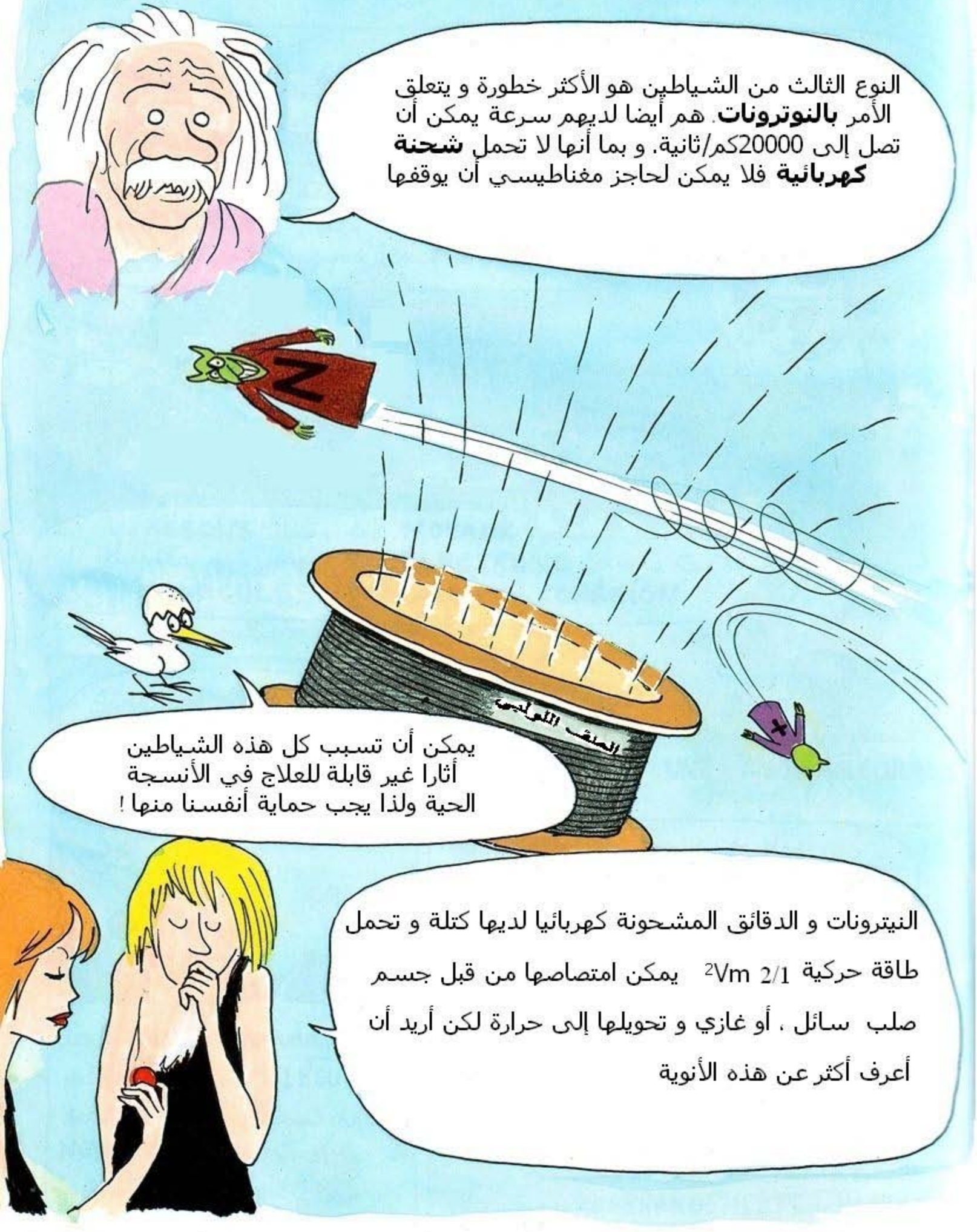
لا، اعلم أنها ترتد على
حقل مغناطيسي

و كذلك تنعكس الدقائق
المشحونة المنبعثة من الشمس
على الحقل الأرضي (*)

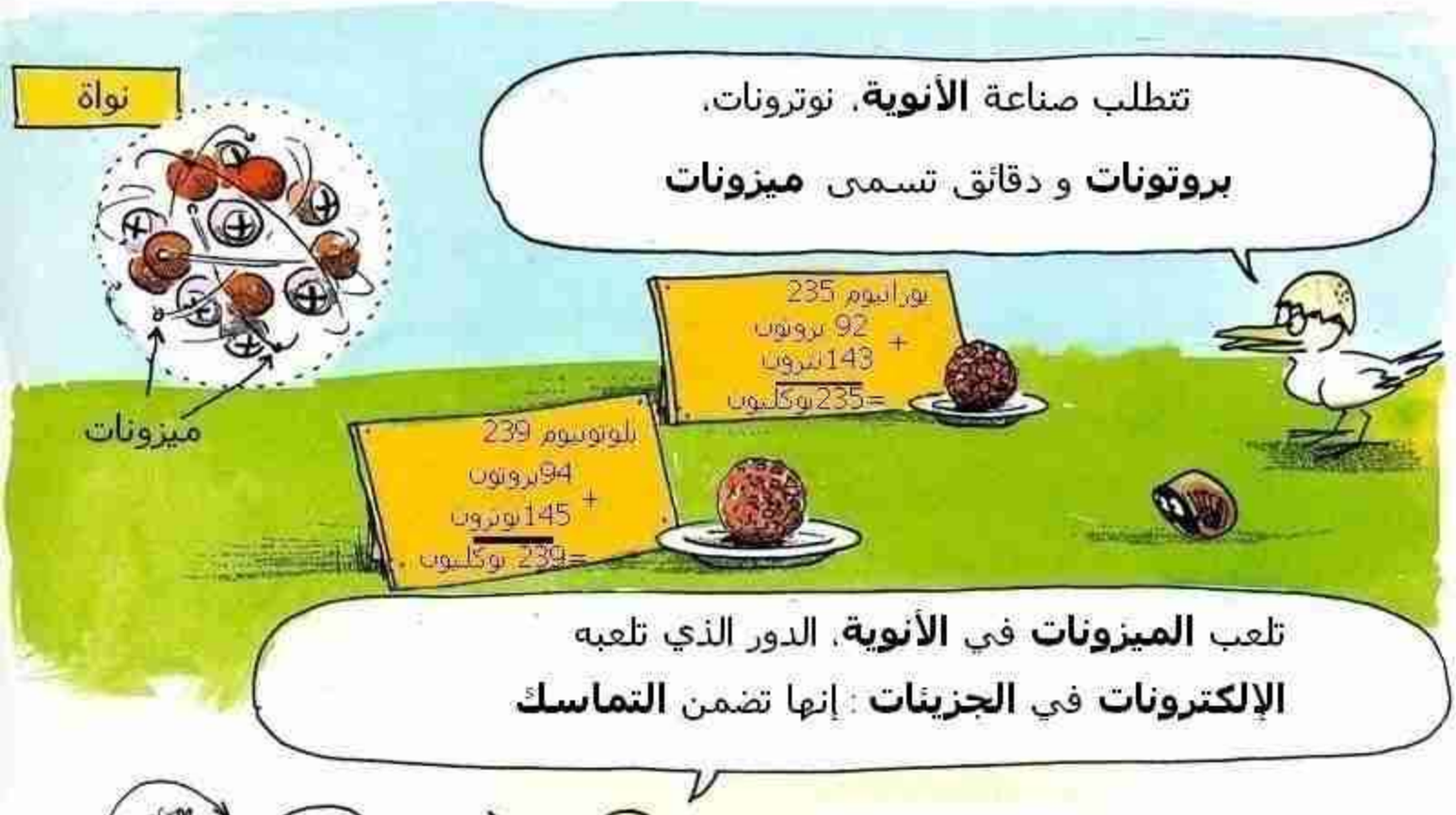
الأرض **محمية** إذن بواسطة
حقلها المغناطيسي

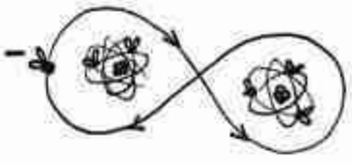
نعم، إذا لم تكن الأرض تتوفر على هذا الحاجز
المغناطيسي، فقد تنتج الدقائق المنبعثة من
الشمس أثارا بليغة بالأنسجة الحية

(*) بالنسبة للأرض، الأقطاب الجغرافية و المغناطيسية في وضعية معكوسة

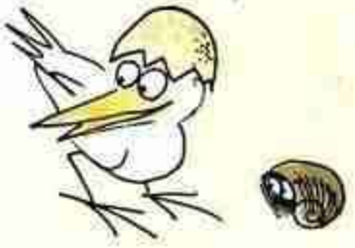

النوع الثالث من الشياطين هو الأكثر خطورة و يتعلق الأمر **بالنوترونات**. هم أيضا لديهم سرعة يمكن أن تصل إلى 20000كم/ثانية. و بما أنها لا تحمل **شحنة كهربائية** فلا يمكن لحاجز مغناطيسي أن يوقفها
N
المنشف المولد
+
يمكن أن تسبب كل هذه الشياطين أثارا غير قابلة للعلاج في الأنسجة الحية ولذا يجب حماية أنفسنا منها !
النيترونات و الدقائق المشحونة كهربائيا لديها كتلة و تحمل طاقة حركية $2/1\ Vm^2$ يمكن امتصاصها من قبل جسم صلب سائل ، أو غازي و تحويلها إلى حرارة لكن أريد أن أعرف أكثر عن هذه الأنوية

استقرار الأنوية





إلكترون ضامن
للرابطة الجزئية



الأنوية هي عبارة عن مجموعة من **النوكليون**. **الجزيئات** هي عبارة عن تركيب لعدد من **الأنوية**. و نحن أيضا عبارة عن تركيب من الجزيئات

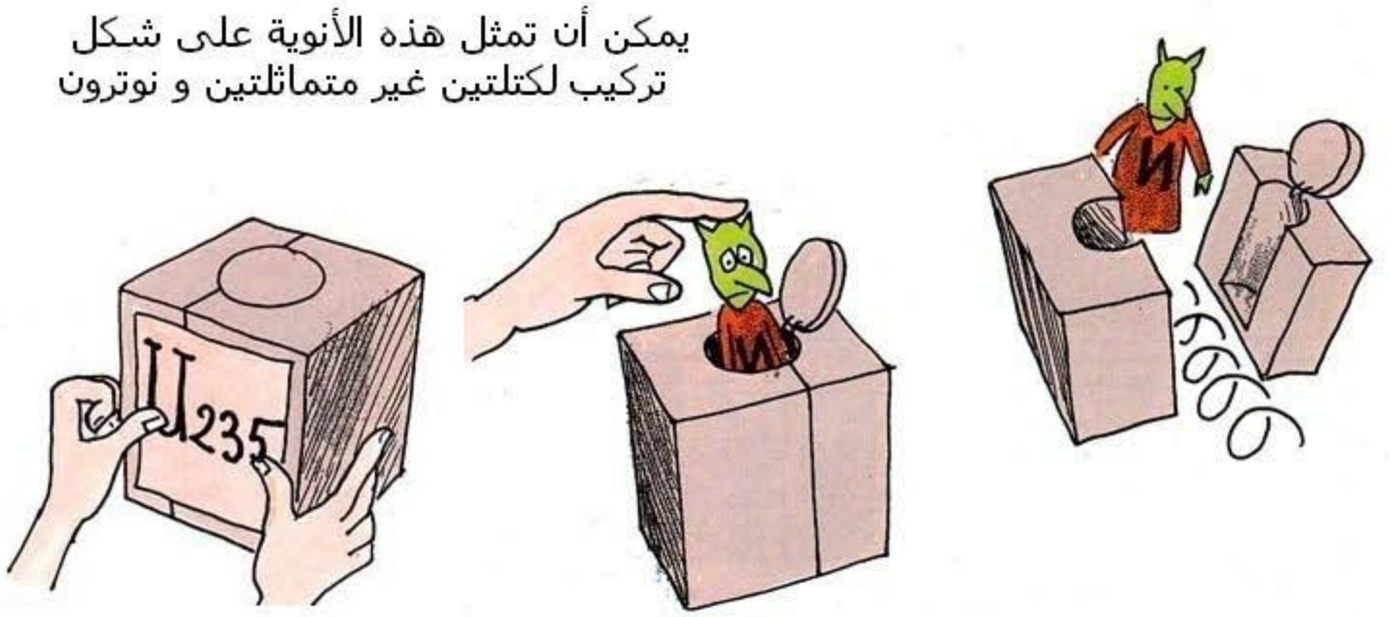
النواة التي تعتبر **غير مستقرة** هي نواة ذات مدة حياة قصيرة

لكن النوترونات بتأثيرها على بعض الأنوية (التي تكون مستقرة نسبيا، بحيث لديها مدة حياة طويلة) يمكن أن تجعلها غير مستقرة بصفة دائمة و تجعلها **تنشطر** (**الانشطار**)

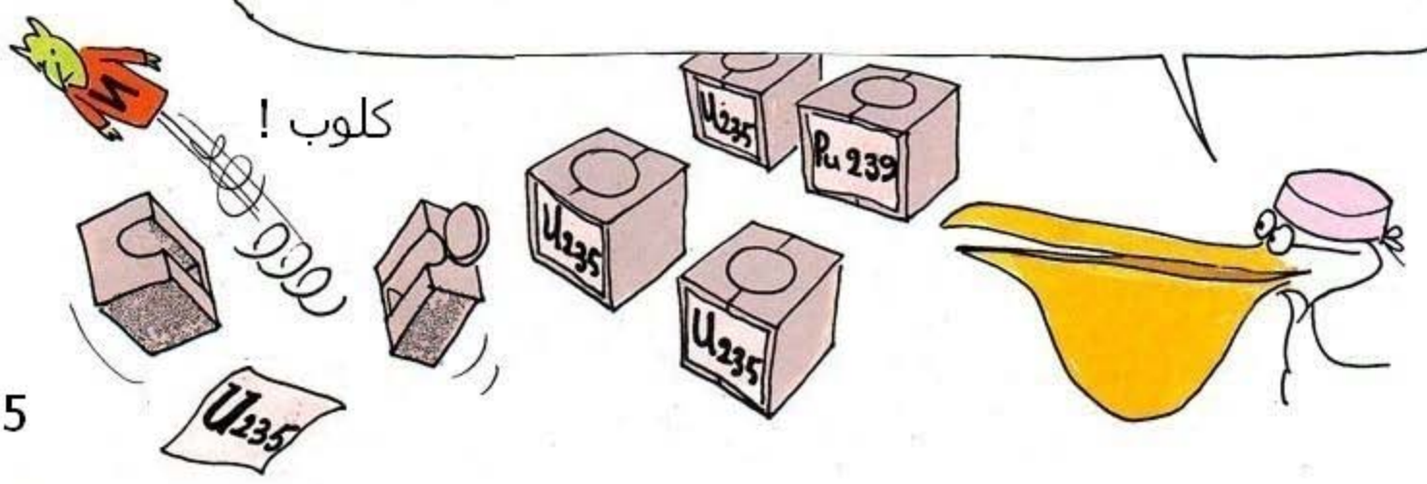
هذا ما يحصل **لليورانيوم 235** و **البلوتونيوم 239**

الانشطار

يمكن أن تمثل هذه الأنوية على شكل تركيب لكتلتين غير متماثلتين و نوترون



أنوية اليورانيوم 235 و البلوتونيوم 239 لديها نشاط إشعاعي طبيعي، مرتبط بدور طويل للغاية



هذا مثال لتفاعل **الانشطار** الاصطدام مع نوترون يجعل نواة البلوتونيوم غير مستقرة فتنفجر أو بعبارة أخرى تنشطر، و هذا يعطي كنتيجة انبعاث **نوترونين** (*)

كلوب !!

Pu239

Pu239

سوف أدرس هذا عن قرب

قام أنسالم بجمع كمية كبيرة من العلب R مملوءة بالشياطين داخل دائرة قطرها

اليورانيوم 235 و البلوتونيوم239

هاهي الشياطين الطاقة تخرج من علبها

!؟!

Pu239

هذه عبارة عن **نوترونات**

يا للأمر الغريب !

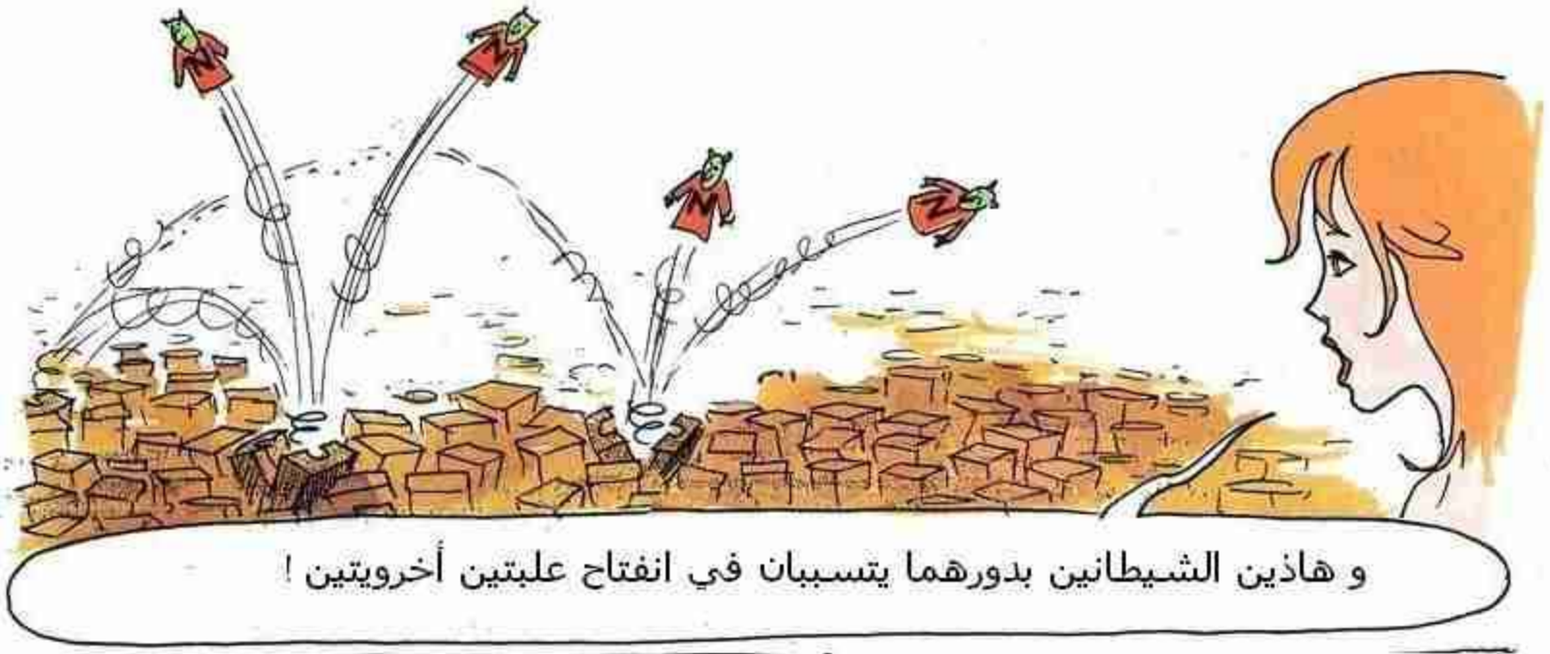
CLAP!!

BOUM

هذا الشيطان،عند اصطدامه بعلبة مجاورة، جعل هذه الأخيرة تنفجر و تحرر الشيطان-الطاقة الذي كان بداخلها

(*) هذه الصورة مبسطة، ففي الواقع، النوترون الوارد (المصطدم) أولا يتم امتصاصه من قبل النواة المنشطرة (اليورانيوم 235 يصبح يورانيوم 236 و البلوتونيوم 239 يصبح بلوتونيوم 240). و في الحقيقة، هاته النواتج الجديدة، الغير مستقرة، هي التي تنشطر بسرعة و بسهولة

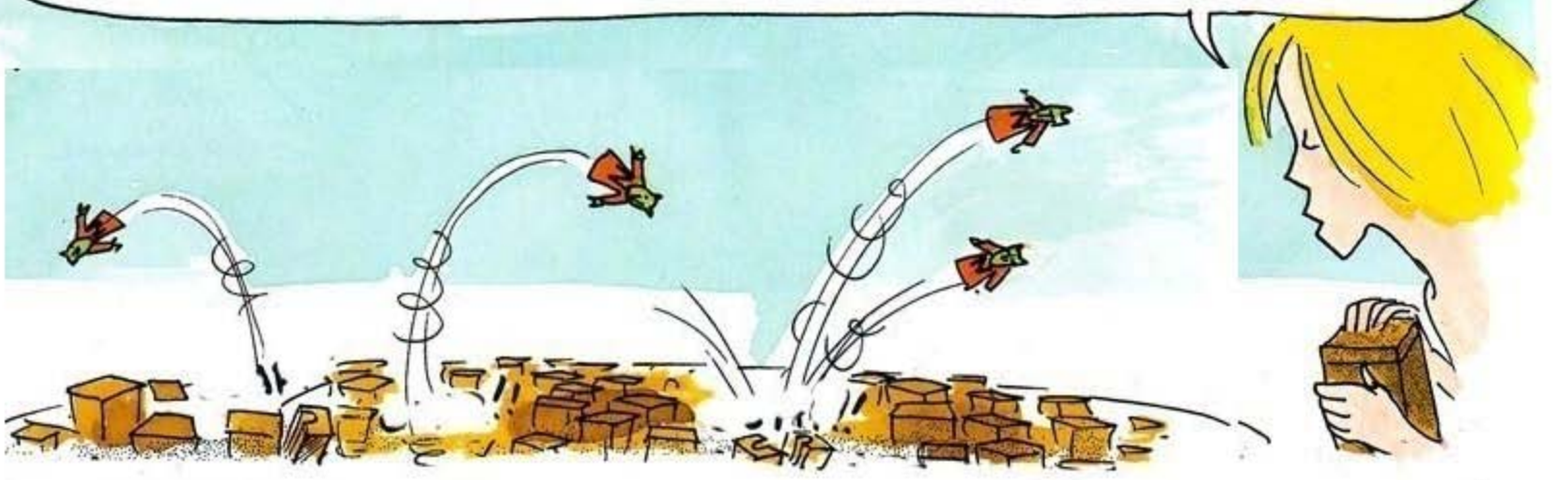
سلسلة من ردود الفعل



الشروط الحرجة

(*) نتكلم في الغالب عن الكتلة الحرجة

في الواقع، يمكننا أن نجد الوسط بين انبعاث ضعيف للإشعاع الطبيعي و التفاعل المتسلسل (ردود الفعل). فبتغييرنا لهذا التركيز، بالرغم من أن ضبطه دقيق للغاية، يمكن أن نحدد عدد الشياطين المحررة في الثانية، يعني تدفق الطاقة المحررة



المفاعل النووي

بل، و بإنزال أشرطتك اللاصقة أكثر ستتمكن عمليا من إيقاف مفاعلك كليا

سيتم الإمساك بكل الشياطين تدريجيا و لن يحدث عمليا أي تفاعل متسلسل

يبقى انبعاث الطاقة "العادية" الطبيعية لهذا الجسم المشع الذي يعتبر ضعيفا نسبيا

CLAP!

من أجل الحصول على **مفاعل نووي**، يكفي أن نجمع ما يلزم من الأنوية الثقيلة **كاليورانيوم 235** و **البلوتونيوم 239**. و نراقب نشاط المفاعل بواسطة جسم ممتص للشياطين، نوترونات **الانشطار** في حالتنا هاته

في الواقع، معادن اليورانيوم تحتوي على 0,7% من اليورانيوم 235 (القابل للانشطار). الباقي هو يورانيوم 238 ، غير قابل للانشطار

و سنستعمل **الكادميوم** من أجل امتصاص **النترونات**

يبدو أن البلوتونيوم 239 لا يوجد في الطبيعة. إذن كيف يمكن لنا أن نستعمله في مفاعل؟

آه...أنت على صواب...

مادة خصبة

يمكن اعتبار اليورانيوم 238 ، هو كذلك، مكونا من عنصرين. و يبقى مكان لنوترون واحد

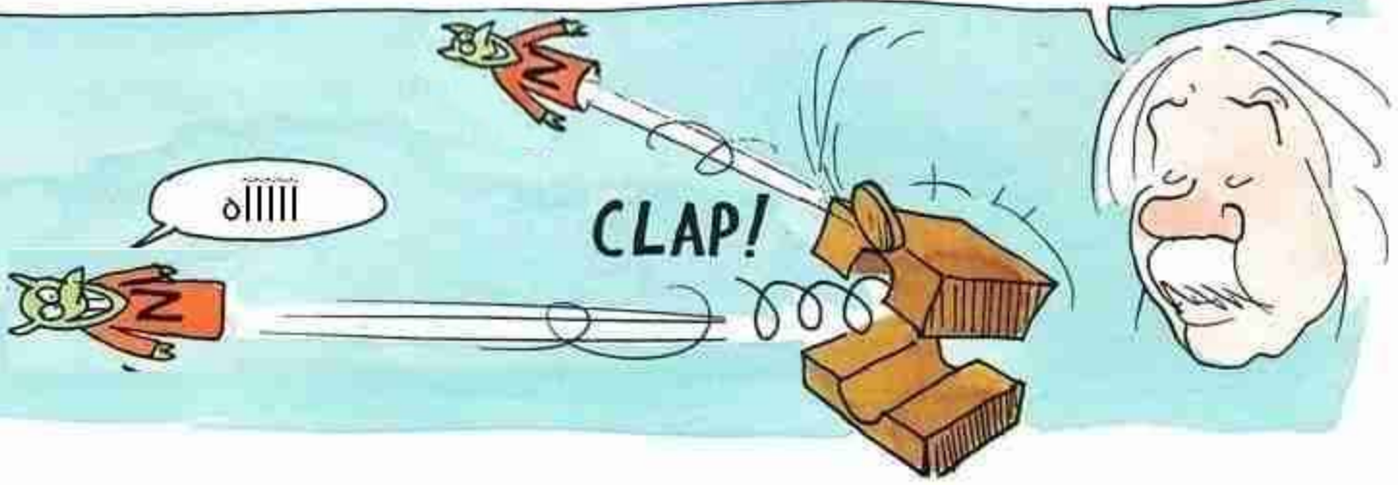
إذا دخل نوترون نواة اليورانيوم 238 خصب

فسيتحول إلى بلوتونيوم 239 الذي هو قابل **للانشطار**

و بعبارة أخرى، عندما يشتغل مفاعل اليورانيوم، فإنه يحتوي على خليط من مواد قابلة **للانشطار** و أخرى **خصب**. إنه يصنع انطلاقا من المادة **الخصبة** كمية معينة من المادة القابلة للانشطار

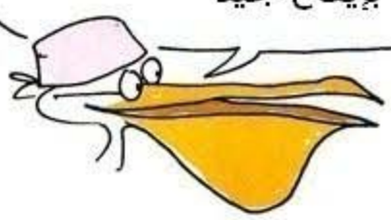
ما المقصود بكمية معينة ؟

يتوقف الأمر على الطريقة التي نشغل بها المفاعل. ففي البداية تنبعث **نوترونات الانشطار**، في كل الاتجاهات، بسرعة 20.000 كيلومترات في الثانية



مفاعل نوترونات سريعة

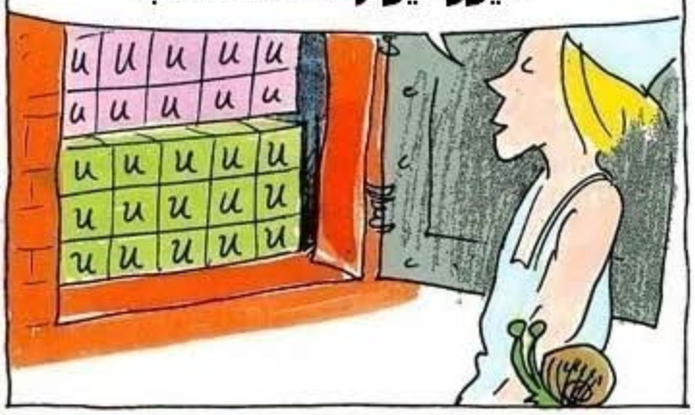
هذه **النوترونات السريعة** تتفاعل جيدا مع **اليورانيوم 238**، الخصب، منتجة البلوتونيوم 239، القابل للانشطار، بإيقاع جيد



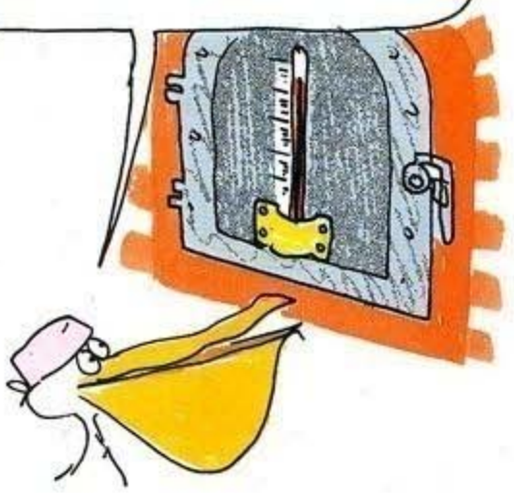
ماذا تفعل؟

أملأ مفاعلي بمعدن غني باليورانيوم 235 (يورانيوم مخصب)

ثم، أضع **غطاءا** من **اليورانيوم 238 الخصب**



تتحرك **النوترونات السريعة** بسرعة 20000كلم/ثا في **قلب المفاعل**. و إذا قارناها بجزيئات غاز فإن حرارته تكون حينئذ 16مليار درجة



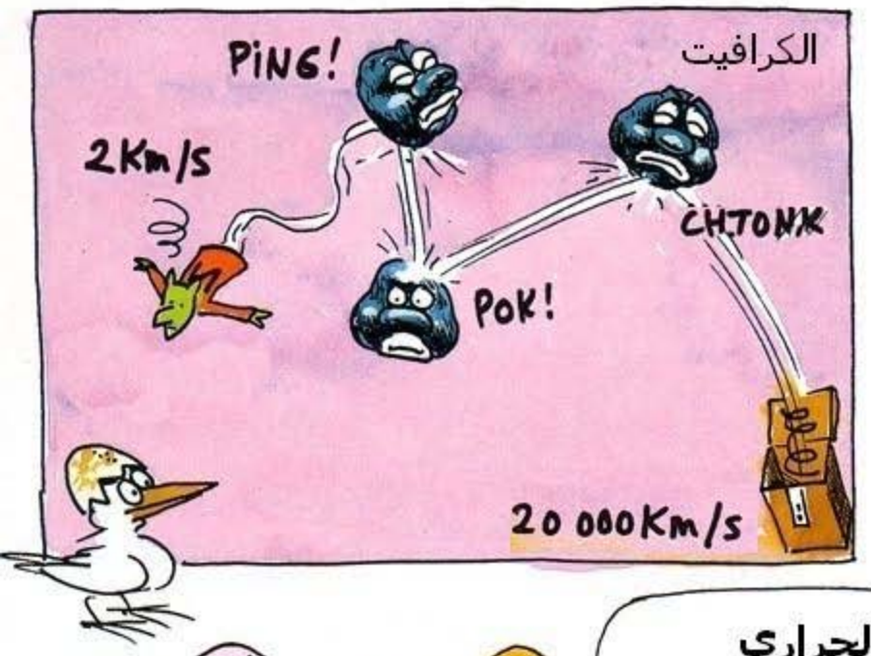
و بعد ثلاث سنوات

عجيب ! لقد صنع أنسلم كمية من **البلوتونيوم 239** القابل للانشطار **أكبر** مما استهلكه من اليورانيوم 235 ، انه صنع **مفاعلا فعالا** (surgénérateur)

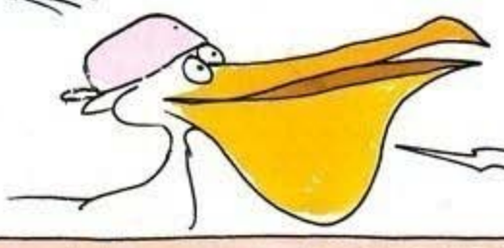
هذا أمر بسيط، إذ أن كل انشطار يستعمل **نوترونين** سريعين ، يمكنان من تحويل اثنين من اليورانيوم 238 إلى بلوتونيوم 239

مفاعلات نوترونات بطيئة

بواسطة **الكادميوم** أستطيع امتصاص النوترونات و بالتالي ضبط مستوى نشاط المفاعل (أو إيقافه تماما). لكن مع **الكرافيت** أو **الماء الثقيل**، أستطيع **إبطاء** النوترونات بدون امتصاصها، هذه كلها عبارة عن **معدلات**

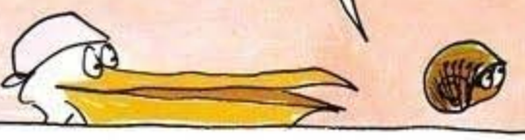


هكذا يمكننا تخفيض **سرعة الارتجاج الحراري** للنوترونات إلى **2كلم /ثانية**. هذا الغاز النوتروني، البارد، لديه درجة الحرارة العامة للمفاعل



يتكون دائما قليل من البلوتونيوم 239، ولكنه قليل مقارنة بمفاعل نوترونات سريعة

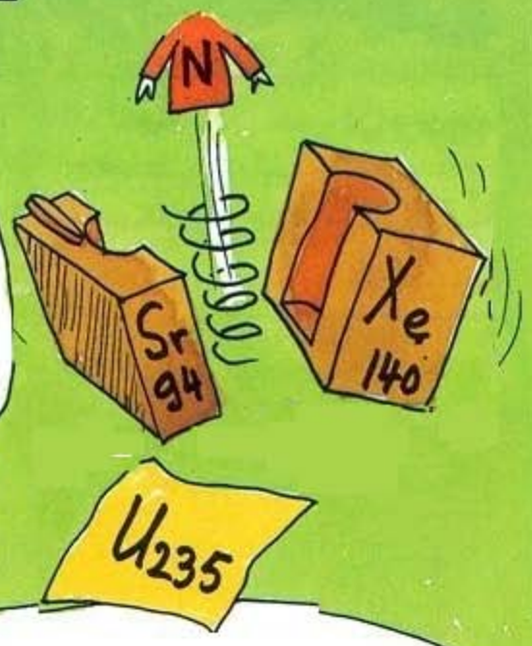
لا يوجد فرق واضح بين هذين النوعين من المفاعلات. هناك كذلك مفاعلات نوترونات "دافئة " تأخذ مكانها بين النوعين المذكورين سابقا

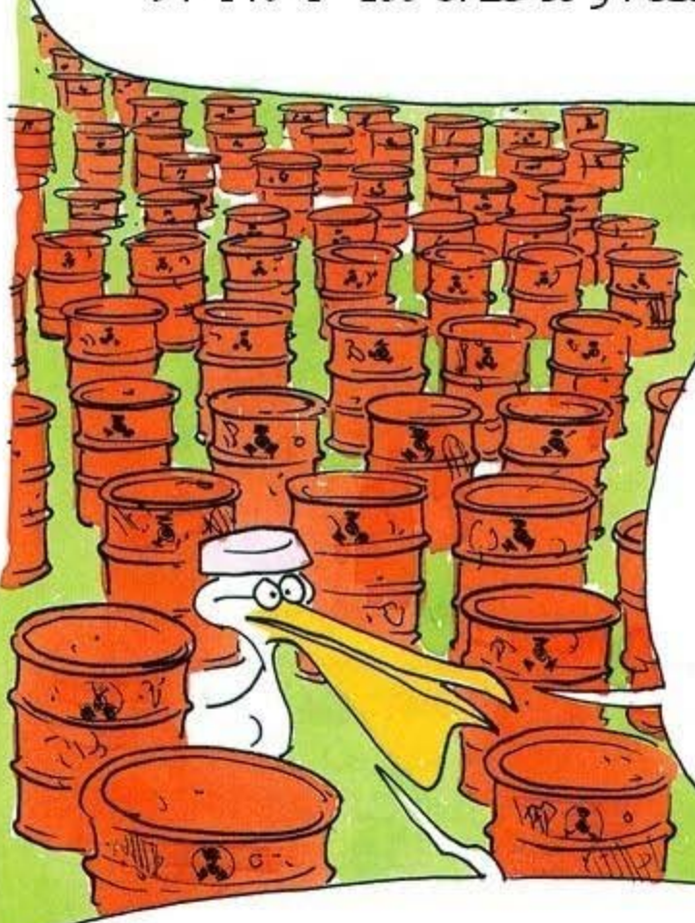


النفايات الإشعاعية

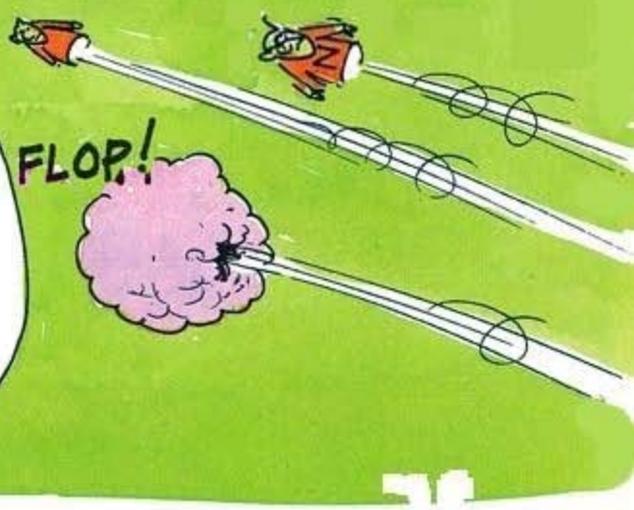
النشاط الإشعاعي المستحدث

يمكن أن تتجزأ أنوية **اليورانيوم** 235 و **البلوتونيوم** 239 إلى قطعتين، و ذلك حسب طرق كثيرة و مختلفة، و لدينا هنا مثلا حيث يتجزأ اليورانيوم 235 إلى سترونيوم 94 و كزينون 140 مشعة، و نلاحظ أن 235= 1+140+94





هذا كله مزعج للغاية. فالكثير من هذه المواد **الناتجة من الانشطار** تبقى مشعة لمدة طويلة. يثبت **السترونيوم** على العظام و **اليود** في الغدة الدرقية. البلوتونيوم كذلك خطير جدا. الكل يحدثون أمراضا **كالسرطان**



يمكن أن تمتص نوترونات الانشطار كذلك من قبل ذرات مستقرة (هادئة)، المكونة لبنية المفاعل، فتحولها إلى ذرات خطيرة غير مستقرة و مشعة، تزيد من كتلة النفايات

عناصر مشعة على المقاس

يمكننا صنع عناصر إشعاعية ذات أدوار متنوعة، أي أنوية مشعة "على المقاس" (العناصر التي نشاؤها)، و ذلك بوضع بعض العناصر في المفاعل و إخضاعها لقذف الشياطين، فنحصل على إشعاع مسمى **الإشعاع الاصطناعي**

(*) النشاط الإشعاعي "ألفا" أو "بيطا"

المواد **الإشعاعية الاصطناعية** اكتشفت سنة 1930 من طرف **"فريديريك" و "إيرن جوليوت-كوري"**، هذا الذي مهد الطريق، بضع سنوات بعدهم لاكتشاف **الانشطار**
آه، أنظروا ! لقد اختفى أنسلم ، لكننا **قادرون على تحديد مكانه** عن طريق الشياطين التي تبعثها حمولته
CLAP!
Ir 113
Ir 113
اريديوم 113
الدور: 4 أيام
لدي فكرة ! بتحديد هذا الانبعاث ، باستعمال هذه الإشعاعية الاصطناعية، يمكننا تعقب الأنوية
يمكننا أيضا تثبيت أنوية، أو نظائر إشعاعية على جزيئات بيولوجية (**الوسم**). الشيء الذي سيمكننا من تتبع هجرتها في الأنسجة
CLAP!
آه ! دخيل غير مستقر بيننا
هناك العديد من الاستعمالات السليمة للنشاط الإشعاعي الاصطناعي. حيث يمكننا مثلا دراسة هجرة الأسمدة في التربة، بدمج في الفوسفات نظيرا مشعا للفسفور
EN PHOS

القنابل A

مكنت الفيزياء النووية علم الألعاب النارية من تحقيق تقدم هام. إذ أننا عندما ندمج كتلتين لمادة و البلوتونيوم 239) قابلة للانشطار (اليورانيوم 235 بواسطة متفجر، نوفر الشروط الحرجة و نحدث تفاعلا متسلسلا شديدا و أثارا فنية أكيدة

لنرى. بجمع هاتين الكتلتين، أتحصل على **الكتلة الحرجة**

ينبعث عدد كبير من كل الأنواع الشياطين دافعة معها النفايات المشعة إلى الطبقات العليا للغلاف الجوي بواسطة الضغط الناتج عن انبعاث الحرارة. الأمر الذي ينتج عنه تلوث إشعاعي حتى خارج المنطقة المستهدفة بالانفجار النووي

إذا أردتم دخول نادي **الألعاب النارية**، لا بد من توفركم على مواد قابلة للانشطار
اليورانيوم 235
البلوتونيوم 239، لذا يجب عليكم : إما تكرير اليورانيوم الطبيعي أو التوجيه إلى أقرب مفاعل من مقر سكناكم، للحصول على البلوتونيوم 239 الذي يتم إنتاجه بعد كل مدة دورة اشتعال

قريبا، قريبا !....

الاتحاد

هذا يعني أن الشمس كوكب يحتوي على الكثير من اليورانيوم، لهذا السبب هو جد ساخن ؟

لا، أنسلم هذا خطأ. في **التفاعلات الكيميائية**، ننطلق من خليط للمواد، مثلا **الهيدروجين و الأكسجين**

و لكن... لا يحدث أي شيء؟ !

السبب هو أن درجة الحرارة ليست مرتفعة بالكفاية

لنسخن هذا الخليط

انفجار !

و ماذا يعطي لنا ؟

H2O ، الماء

إذن، هناك تفاعلات منتجة لقدر كبير من الطاقة دون إنتاجها مواد خبيثة و سامة

إذا استعملنا في يوم من الأيام طائرات تتحرك بواسطة خليط من الهيدروجين و الأكسجين (مخزن على شكل سائل) فلن تترك في مسارها إلا....سحابا

ربما يمكننا أيضا "حرق "خليط من الأنوية

شرط وضعها تحت درجة حرارة مرتفعة كافية

يمكننا أن نحدث تفاعلا بين **الدوتريوم** و **التريتيوم**. و هما نوعان من **الهيدروجين الثقيل** (نواة الهيدروجين الخفيف تتكون من **بروتون واحد**). و لا تختلف أنوية هذه **النظائر** إلا من حيث عدد النوترونات. ويميل الخليط دوتريوم –تريتيوم لإعطاء الهيليوم

هذا عنصر من غاز **الهيدروجين الثقيل**. نصفه **دوتريوم** و نصفه **تريتيوم**. في درجة حرارة عادية ,تدور **الإلكترونات** حول الأنوية و تكون روابط جزئية (بربط الأنوية مثنى مثنى)

جزيئة دوتريوم

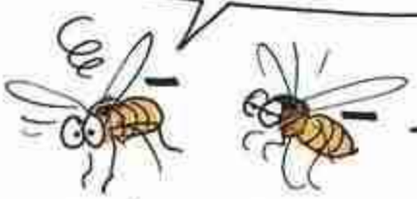
جزيئة تريتيوم

ثم يصبح إيقاع الحفل شديدا (شيطانيا) حقا. الجزئيات تتجزأ (تنكسر) و تصبح هذه الإلكترونات تدور حول نواة واحدة

في حوالي ثلاثة ألاف درجة:

لا مجال للدوران حول هذه الأنوية، إنها تتحرك بدون انقطاع

نعم هذا سيصبح غير محتمل، أنا لم أعد أتحمل



الغاز الساخن يصبح عبارة عن حساء من الأنوية و الإلكترونات الحرة، هذا عبارة عن **بلاسما ساخنة**

انطلاقا من **150 مليون درجة** (**درجة حرارة الاشتعال**) تحدث أمور معينة

هيا مرسيل، هيا !

ما رأيكم ؟ يكون الأمر أفضل إذا كنا أربعة

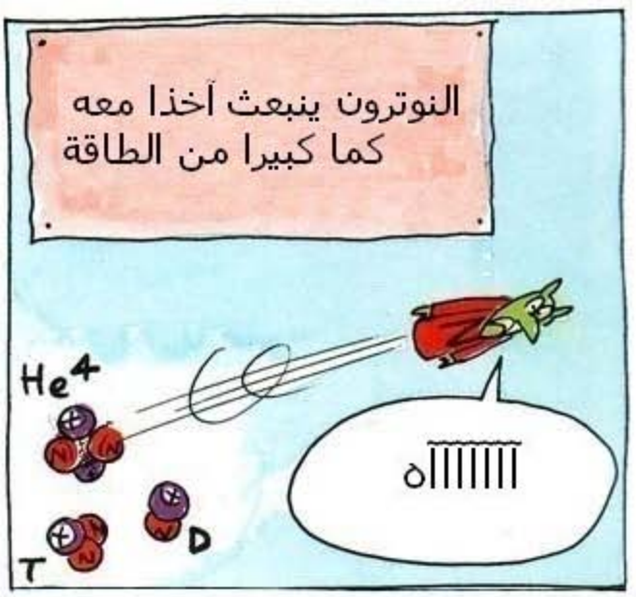
إنهم في حالة هيجان.

هذا ظنكم ؟

إنني أشعر بعدم جدوى ما تقومون به

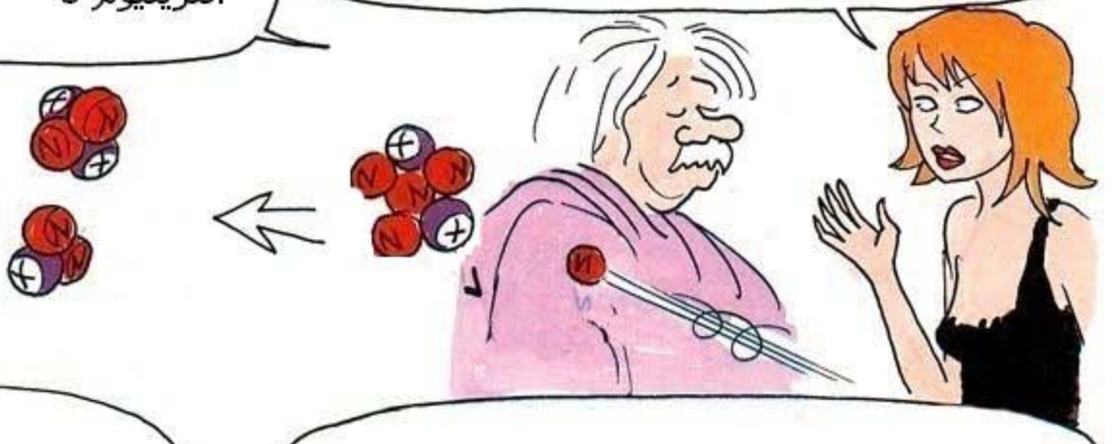
آآآه. انتظروا! 2 + 3 = 5 و الهيليوم لديه أربعة نوكليونات. أليس كذلك ؟

نعم، في درجة الحرارة هذه يكون الأمر أكثر **استقرارا**



إذن، **الاتحاد** ملوث بنفس الطريقة **كالانشطار**، لأن نوترونات الاتحاد ستحول الذرات المجاورة إلى ذرات مشعة

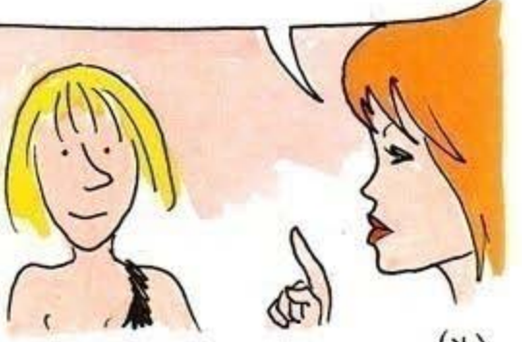
لكن، نبذل ما في وسعنا لامتصاص هذه النوترونات بواسطة الليتيوم، الذي يعطي الهيليوم 4 و التريتيوم 3



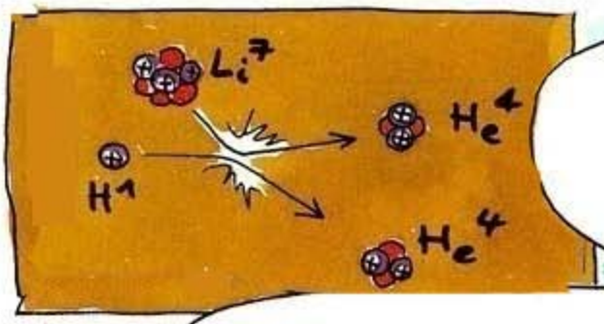
بعبارة أخرى، يتصرف غلاف الليتيوم 6 كمادة "خصبة". و من المفروض أن ينتج التفاعل وقود الاتحاد للتريتيوم 3

نعم، هناك تقارب بين مفاعل الاتحاد و المولد الفعال، لأن التريتيوم غير المستقر (*)، غير موجود في الطبيعة

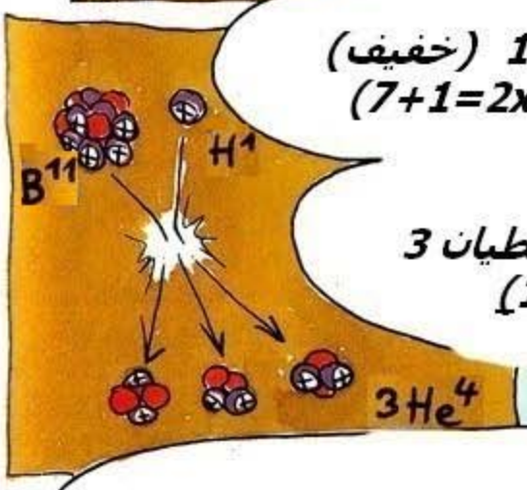
لكن في هذا التفاعل، لدينا فقط إعادة تجديد التريتيوم



(*) نصف حياته ليست الا 12 سنة



و رغم ذلك، أرى أن هناك العديد من تفاعلات الاتحاد، و تفاعلات إعادة ترتيب الأنوية التي لا تعطي نوترونات حرة



الليثيوم 7+ الهيدروجين 1 (خفيف) يعطيان 2 من الهيليوم 4 (7+1=2x4)

البور 11 + الهيدروجين 1 يعطيان 3 من الهيليوم 4 (11+1=3 x4)

الأولى درجة الإشعال تقدر بحوالي 500 مليون درجة، أما الثانية درجة حرارتها حوالي مليار درجة !..

هممم... بالطبع... في الواقع، كيف نحقق اتحاد الأنوية مع بعضها ؟

في قلب الشمس، يحدث ذلك ببطء، و تحت درجة حرارة تقدر بحوالي 15 مليون درجة

إذن، الشمس ليست الا نارا موقدة ؟

نعم، للحصول على نار نووية يجب أن تكون درجة الحرارة 150 مليون درجة، لكي تحدث التفاعلات، الأمر يتعلق بمدة زمنية في حدود ثانية واحدة

هذا ما نحاول فعله. باستعمال آلات تسمى "**توكاماكس**"

و هل هذا الأمر ناجح ؟

ليس بعد... فلدينا صعوبات

يجب أن تبقى معنوياتكم مرتفعة

هممم، حقق :"تيلر ايدوارد" الاتحاد و هو يبتكر قنبلة جديدة.

لم نكن ننوي بهذا، لكننا قمنا به. "تيلر" كان دائما لديه أفكارا جيدة (*).

بعد جزء واحد من المليون من الثانية تتحرر كمية كبيرة من الأشعة X إذا انفجرت القنبلة A . اقترح "تيلر" أن يعكس هذه الأشعة بنوع من المرآة، و تجميعها في هدف مصنوع من خليط من دوتريوم و تريتيوم

و هل نجح الأمر ؟

للأسف نعم، نجح، نجاحا باهرا...

(*) "ادوارد تيلر" باحث في "لوس ألاموس" أثناء الحرب، تم اتخاذه كنموذج لفيلم " الطبيب فولامور"

لقد قام "تيلر" بصنع المرآة من اليورانيوم 238

لماذا استعمل اليورانيوم 238 ؟

ستنفجر، النوترونات H فكر قليلا، القنبلة الناتجة من الاتحاد تهاجم المادة **الخصبة اليورانيوم 238** و تحولها إلى **بلوتونيوم 239** الذي ينشطر على الفور

إنها القنبلة المرعبة :
انشطار – اندماج – انشطار

الاتحاد بالطاقة الموجهة

نحاول تخفيف **الاتحاد** بوضع كل أشكال **الطاقة** على خليط **دوتيريوم – تريتيوم** (في الحالة السائلة) : و هي إشعاعات صادرة من **ليزر قوي جدا**، دقائق متنوعة، الكترونات، أنوية صادرة من المسرعات. **القوة** التي نستعملها مذهلة، لإشعال **النار النووية الحرارية** (خلال جزء من المليار في الثانية)، يجب تركيز القدرة الكافية لمرآة شمسية مساحتها مساحة فرنسا على كرة قطرها أقل من واحد ميليمتر !

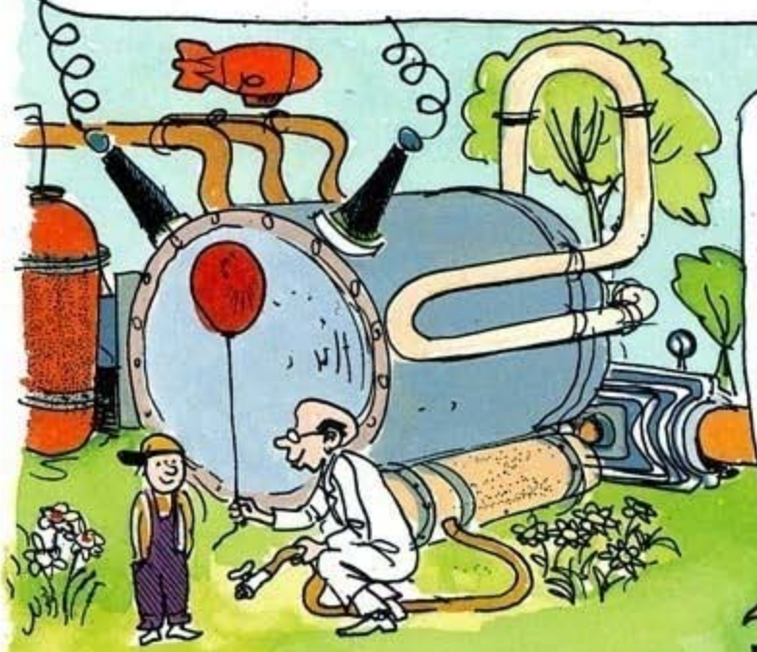
آآآه، يا للحرارة

القدرة اللحظية كبيرة لكن **الطاقة** الإجمالية تبقى بسيطة : فهذا الاشتعال النووي يساوي فقط مائتي غرام من المسحوق

خاتمة

(*) فحسب تصور علماء الذرة، المفاعل قد يقطع قطر الأرض مرورا بعمقها، فيظهر.... في الصين...

في تفاعلات الاتحاد، حيث لا تعمل النوترونات الحرة، يمكن نظريا **حصر بلازما الاتحاد** هذه بواسطة أجهزة مغناطيسية قوية (الجزيئات المشحونة لا تقترب المناطق الممغنطة بحقل مغناطيسي قوي)



انه العصر الذهبي ! فقد تحصلنا على مفاعل اتحاد غير ملوث (الليتيوم – هيدروجين أو بور – هيدروجين). الناتج الوحيد للتفاعل هو الهيليوم الذي يمكن بواسطته نفخ البالونات للأطفال !

هذا أمر مضحك، انه حلم فقط !

مع العلم، أنه توجد مدفئات تعمل بالتحفيز، تجعل النار تستعمل داخل **البيت** و النوافذ منغلقة و دون الحاجة إلى مدخنة !..

هذا صحيح. فهذا يعطي بخار الماء و الغاز الكربوني اللذين يمكن استنشاقهما بكميات معقولة

أيمكن أن يوجد **محفز لعملية الاتحاد**، حيث يمكننا من العمل في درجة حرارة منخفضة كافية

إننا نعرف محفزا من هذا النوع : الكربون

في الحقيقة كيف تقوم الشمس بوظيفتها عن طريق الاتحاد، بينما مسخنها المركزي لا يتجاوز **15 مليون درجة**، أي **عشر مرات أضعاف من درجة حرارة الاشتعال** التي تبلغ **150 مليون درجة ؟**

يعمل الكربون كمحفز، حيث يتدخل في مراحل معقدة في التفاعل ليتجدد في نهاية المطاف.

و يبدأ هذا بالكربون 12 + الهيدروجين 1 ليعطي الآزوت 13، ثم يتحول هذا الآزوت 13 الى آزوت 15، و في النهاية : آزوت 15 + هيدروجين 1 يعطون كربون 12 + هيليوم 4 (دورة "باث")

لكن هذا التفاعل **بطيء جدا** (الا إذا تعلق الأمر بالشمس التي لها ما يكفي من الوقت)

الميونات

يمكن أن نخلق في خليط غازي بارد تفاعلات كيميائية معقدة، و ذلك بقذف جزيئات بواسطة الكترونات مصدرها شحنة كهربائية بسيطة

مثال :

$2CH_4$ (méthane)

+ (شحنة كهربائية) تعطينا

C_2H_2 (acétylène)+$3H_2$

يمكن أن نعوض في جزيئة ما الالكترونات **بالميونات**، التي تعد دقائق تشبه الكترونات كبيرة و التي تعمل على تقريب الأنوية من بعضها البعض

إذن، لم لا نقذف خليط الاتحاد **"دافئ" بواسطة الميونات**

هل هذا يعطي نتيجة ؟

ليس في الأمر مشكلة، نحن نعلم كيفية إنتاج الميونات داخل المسرع. فعندما تصطدم بأنوية الديتيريوم و التريتيوم ينتج الهيليوم. هناك ، إذن، اتحاد. لكن يوجد فرق بين هذه التجربة الميكروفيزيائية، و التي تعني دقائق قليلة و الاتحاد الصناعي الصالح للاستغلال !!!...

نستطيع أيضا استعمال **خصائص دوران الجزيئة في الفضاء**

و ذلك يرفع فعاليات الاصطدام

هاااهيييهاااهووووو

BANG

أعتذر !

احذر قدر المستطاع !

أنظر، نفس الأمر يتكرر

الكثير من الأمور في الفيزياء النووية لم تكشف بعد
تستطيع الاكتشافات القادمة أن تغير كل شيء
هذه ليست الا البداية، ما رأيك أنسلم ؟

يعتبر علم الأنوية علما نافعا يبعث الأمل و مهدد **في نفس الوقت**
السعادة

نعم، إنني أستمع إليك

أنا الأفضل !...
!...
رائع !
لا !
كنت دائما أقول أن اختراع
النار كان خطأ فادحا...

هل أنت سعيد
بما قمت به ؟
العلم، بففف...
ماذا فعلوا بهذا
الكوكب الجميل ؟

النهاية