

**ANSELME
LANTURLU**



ENERGÉTICAMENTE VUESTRO

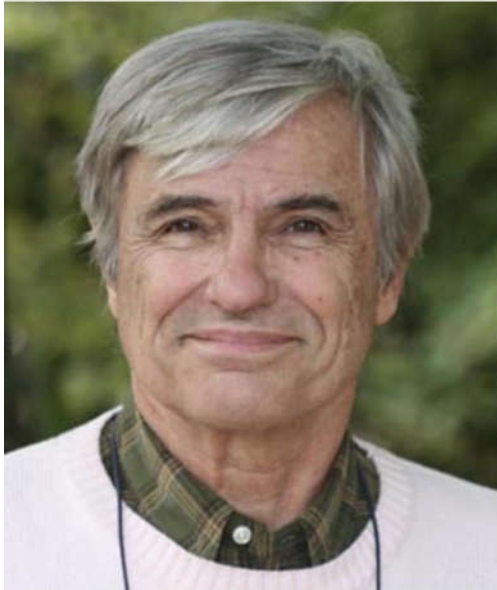
Jean-Pierre Petit



Traducción:
Juan Carlos Anduckia

Saber sin Fronteras

Asociación sin ánimo de lucro creada en 2005 y administrada por dos científicos franceses. Su finalidad: difundir conocimientos científicos por medio de historietas en PDF descargables de manera gratuita. En 2020 hemos completado 565 traducciones en 40 lenguas. Y más de 500.000 descargas.



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

La asociación es completamente voluntaria. El dinero donado es usado en su totalidad para retribuir a los traductores.

Para hacer una donación, use el botón de PayPal en la página de inicio:

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



PRÓLOGO

Había una vez un mundo en el que los humanos no conocían el fuego y cocinaban sus alimentos exponiéndolos al Sol.



Sería bueno si encontráramos otra forma...

Cuando llegaba la noche, regresaban a sus cavernas con pesadas piedras que habían acumulado el calor del Sol.



...Uff...

¿Duermes?

No, las piedras están muy frías...



Qué frío...

Cuando llegue el invierno va a ser peor. La mitad de la tribu ya está resfriada

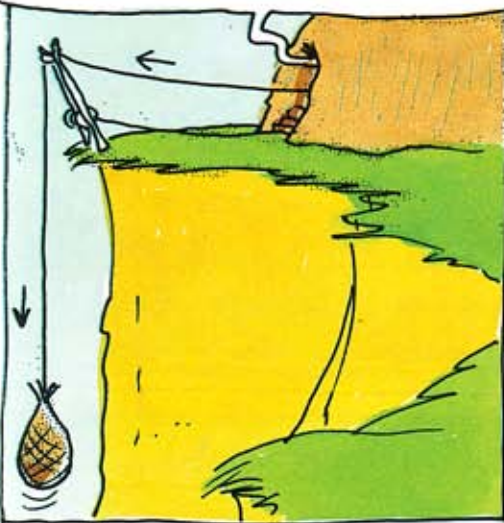
¿Qué estás haciendo?

Busco una forma de **ALMACENAR ENERGÍA**



Es realmente trabajoso traer rápido esas piedras cada tarde

Así que he inventado un sistema que hala la plataforma cargada de piedras calientes hacia el interior de la caverna



En el día, vuelvo a subir la carga



O sea que almacenas ENERGÍA POTENCIAL



Es mas cómodo. ¿Pero por qué es necesario que sigamos suministrando nosotros el TRABAJO?

¿Y ahora qué haces, Anselmo?



Perfecciono mi método de ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

¡Listo!



¿Quieres decir que has almacenado energía en el INTERIOR de esa caja?



El sistema que he inventado representa un almacenamiento de ENERGÍA INTERNA



Energía que puedo TRANSPORTAR y REUTILIZAR a voluntad



AAAAHHH



ENERGÍA QUÍMICA

¡Vamos, Sofia!
¡Fue simplemente un
ALMACENAMIENTO DE
ENERGÍA INTERNA!



Voy a arreglar un poco la caverna.
Veamos: salitre, azufre...

...y estos carbones de
madera, restos del incendio
de la floresta provocado
por el dios Trueno



¡Todo tiene que quedar en
orden, si no Sofia me
mata!



...Y dale con estas
grandes piedras



¡Lo tengo, Sofía!
Hay ENERGÍA en este POLVO NEGRO
que acabo de inventar



¡Vamos a poder utilizarlo para
cocinar nuestros alimentos y
para calentarnos!



Te voy a mostrar...

Si quieres mi opinión, es un buen
invento, pero no es muy cómodo
para utilizar



¿Mejor desistir...?



¿Y si mezcláramos
ese polvo con arena?

¡¡Funciona!! ¡La arena dosifica
la mezcla, y hace que ésta libere
su energía más suavemente!



Y se puede controlar
el flujo de calor

Dejaremos de estar congelados
por el frío este invierno...



Eso nos dá una gran cantidad de calor, pero no nos deja respirar



¡Podríamos asfixiarnos, más bien!



Eso es. Almacenando el humo producido, la cosa mejora

El humo se condensa en polvo, del que me puedo deshacer fácilmente



Muy bien. Pero continúa siendo poco cómodo...



Ni modo de arrojar todo esto al agua. Contaminaría las aguas del lago

ENERGÍA NUCLEAR

Vaya, qué extraño. El agua de esa fuente está hirviendo...



¿De dónde viene la energía?

¿Habrá diablillos bajo la superficie?



¿¡...Cajas, con diablillos en su interior!?



Cuenta una leyenda que, antiguamente, la ENERGÍA fue encerrada en los NÚCLEOS de ciertos ÁTOMOS como el URANIO. Dichos átomos fueron fabricados en los soles, en sus calderas infernales, y luego expulsados hasta llegar y quedar prisioneros en la masa de la Tierra, en la época de su formación

Estos átomos no son cajas sólidas y selladas. De cuando en cuando, una de sus tapas se abre...



La leyenda también dice que al FINAL DEL TIEMPO, todos los diablillos habrán salido de sus cajas y el Universo ya no tendrá más energía de este tipo



Pero eso será dentro de mucho, mucho tiempo...



¿Pero cuánto tiempo permanecen los diablillos dentro de sus cajas? ¿Durante cuánto tiempo conservan estos NÚCLEOS su ENERGÍA?



PERIODO DE UN ELEMENTO RADIOACTIVO

Si se considera un ensamble de cajas que contienen diablillos, al cabo de un tiempo T , que llamamos VIDA MEDIA o PERIODO, la mitad de las cajas habrán liberado sus diablos. En un lapso de tiempo igual, la mitad de las cajas restantes habrá hecho lo mismo, y así sucesivamente. Esta vida media puede ser muy variable: desde miles de millones de años hasta fracciones de segundo



Si no existieran todas esas cajas con sus diablillos, todos esos núcleos cargados de energía en el centro de la Tierra, tendríamos que soportar mucho más frío en invierno

Sería estupendo si pudiera hallar todos esos átomos cargados de energía



¡Bastaría con reunir los suficientes en una botella para calentarme todo el invierno!

Ten cuidado, Anselmo. Los resortes de la ENERGÍA NUCLEAR son infinitamente más poderosos que los de la ENERGÍA QUÍMICA. CENTENARES DE MILES DE VECES MÁS PODEROSOS



FLOP!

NÚCLEO



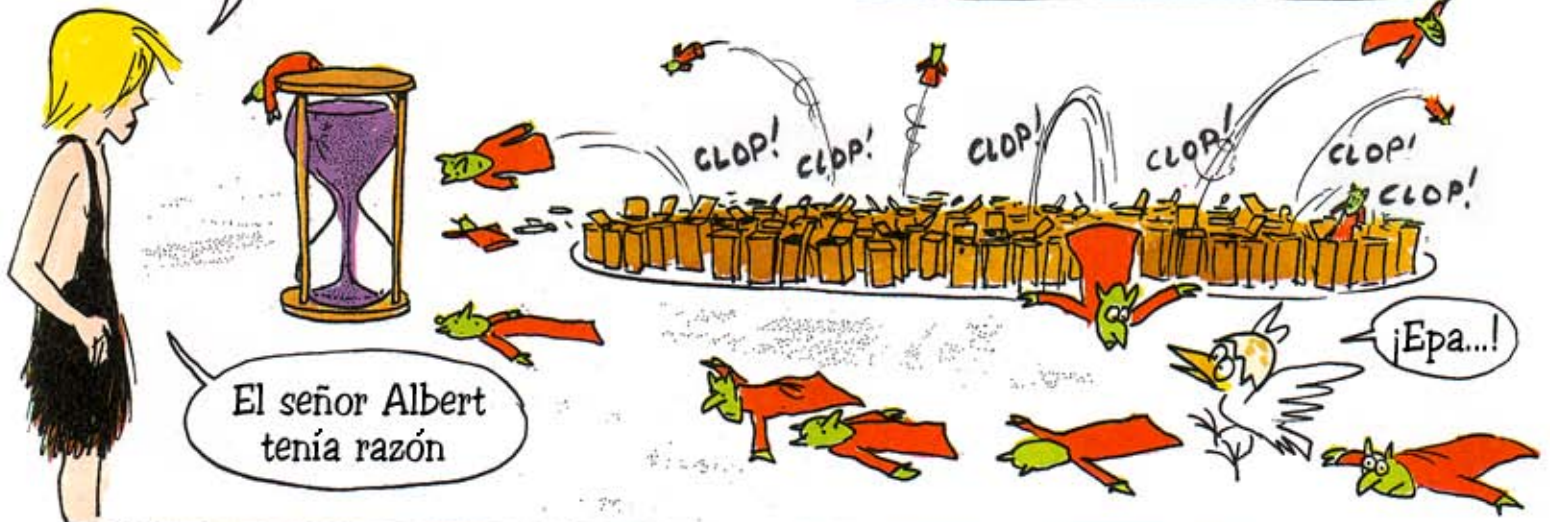
Los diablillos emitidos por los núcleos radioactivos saltan con gran violencia

Veamos un poco si lo que me dice el señor Albert es cierto. Las cerraduras de estas cajas se deslizarán progresivamente, y éstas se abrirán una a una



Pongo las cajas unas al lado de las otras

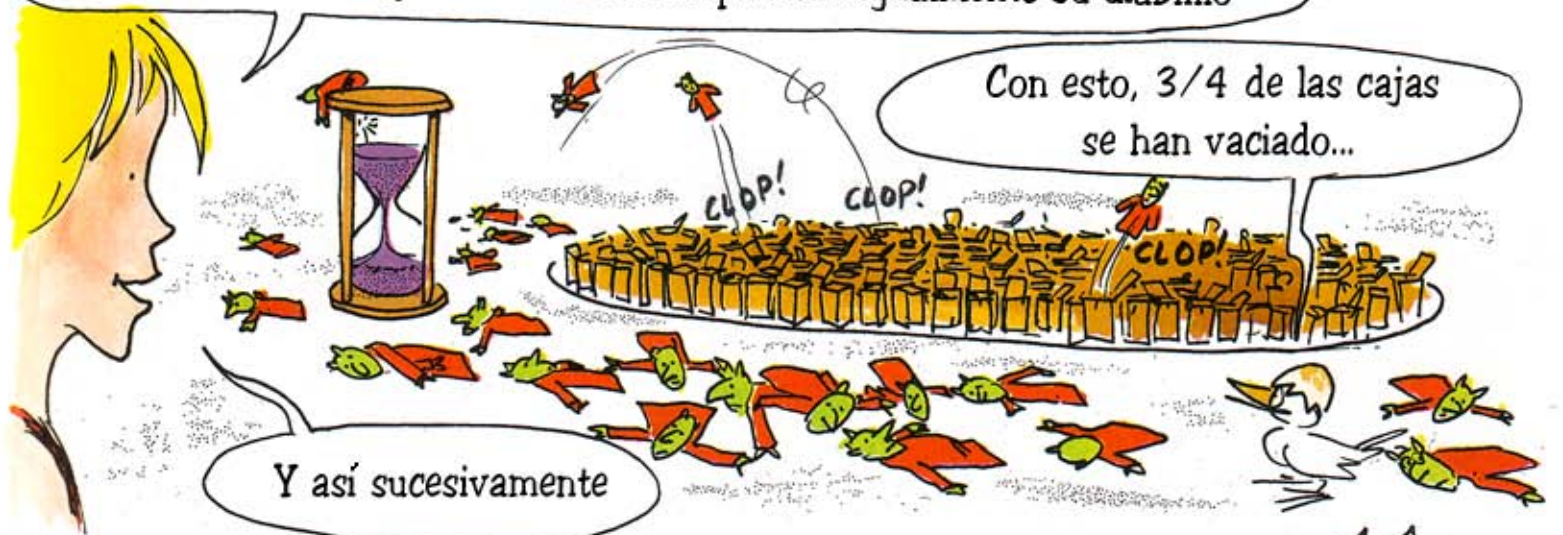
Bien, al cabo del tiempo de vida media, la mitad de las cajas está vacía



El señor Albert tenía razón

¡Epa...!

Después de un segundo lapso de tiempo idéntico, la mitad de las cajas restantes ha expulsado igualmente su diablillo



Y así sucesivamente

Con esto, $3/4$ de las cajas se han vaciado...

El fenómeno se atenúa con el tiempo. El ritmo de apertura de las cajas tiende a disminuir

La Tierra debió ser mucho más radioactiva en sus comienzos

Y luego se calmó

CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA

¿Pero dónde está el CALOR en todo esto?

¿Y si metiéramos eso en una olla?

Ensayemos...

¡Funciona! La ENERGÍA emitida por los ÁTOMOS RADIOACTIVOS es absorbida por el agua y CONVERTIDA EN CALOR

Pero esta RADIOACTIVIDAD NATURAL no libera mucha ENERGÍA

En otras palabras, hace falta una gran cantidad de materia radioactiva para poderse calentar

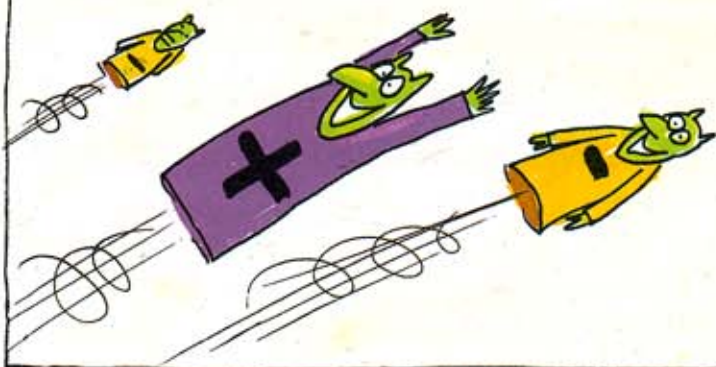
LAS DIFERENTES ESPECIES DE DIABLOS

En concreto, hay más de una especie de diablos. Lo primero que los núcleos pueden emitir es **RADIACIÓN X o γ** : una especie de luz invisible



Se los puede absorber, por ejemplo, mediante una barrera de plomo suficientemente gruesa, convirtiendo su energía en calor

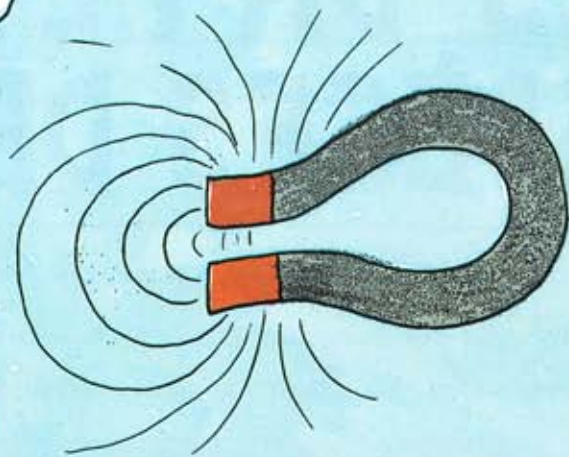
Otros tipos de diablos son aquellos que poseen una **CARGA ELÉCTRICA**



¿Se mueven rápido?

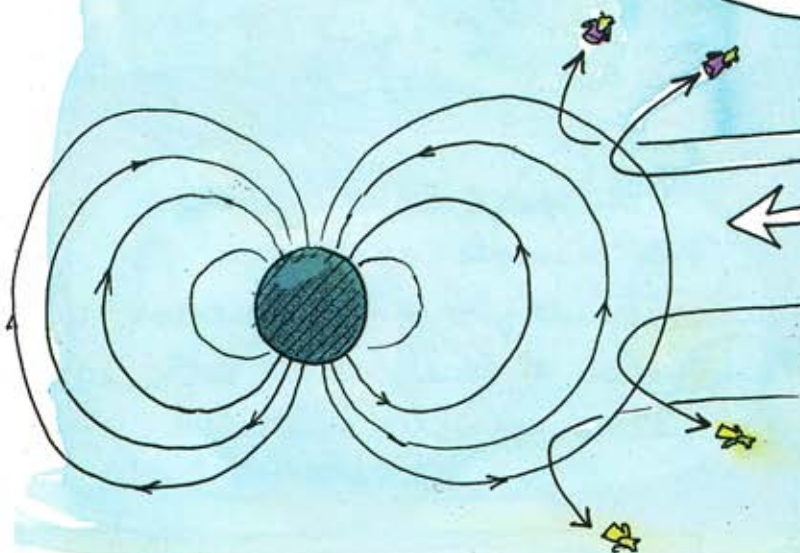
Eso depende de su **ENERGÍA**. Su velocidad puede llegar a alcanzar decenas de miles de kilómetros por segundo

A ese paso, deben poder pasar a través de cualquier cosa...



No. Figúrate que rebotan en presencia de un CAMPO MAGNÉTICO

De la misma forma, las partículas cargadas emitidas por el Sol (viento solar) sufren reflexión en el campo magnético terrestre (*)



Entonces la Tierra está PROTEGIDA por su campo magnético

Oh, sí. Si la Tierra no tuviera esta barrera magnética natural, las partículas cargadas emitidas por el Sol provocarían serios daños a los tejidos vivos

La tercera especie de diablos es la más ruin: los NEUTRONES. Estos se mueven a velocidades que pueden alcanzar los 20.000 km/s y dado que no tienen CARGA ELÉCTRICA, no pueden ser detenidos por una barrera magnética



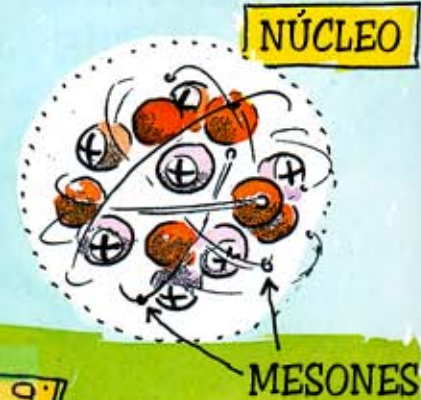
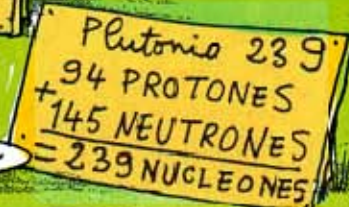
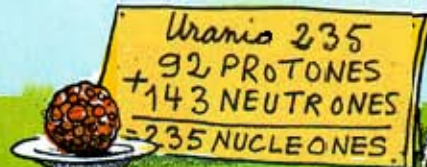
Todos estos diablos pueden causar daños irreversibles a los tejidos vivos.
¡Es preciso protegerse!

Los neutrones y las partículas cargadas eléctricamente tienen masa y transportan una energía cinética $\frac{1}{2} m V^2$ que puede ser absorbida por un sólido, un líquido o un gas, y convertida en calor. Me gustaría saber un poco más sobre los tales núcleos



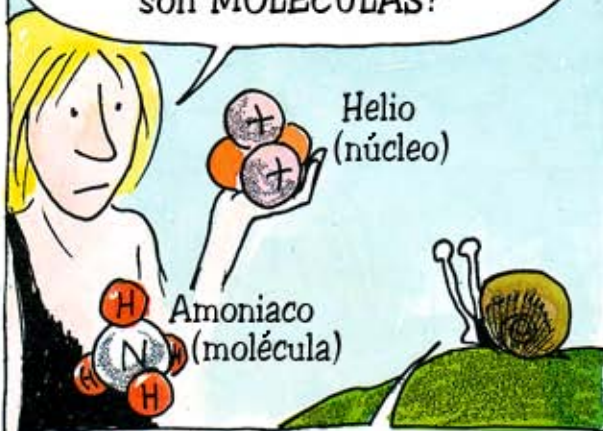
ESTABILIDAD DE LOS NÚCLEOS

Para fabricar los NÚCLEOS se necesitan NEUTRONES, PROTONES y unas partículas llamadas MESONES

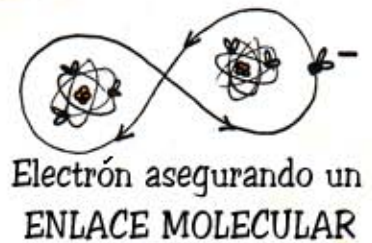


Los MESONES en los NÚCLEOS juegan un poco el papel de los ELECTRONES en las MOLÉCULAS: aseguran la COHESIÓN

¿Entonces los NÚCLEOS son MOLÉCULAS?



Los NÚCLEOS son ensamblajes de NUCLEONES. Las MOLÉCULAS son ensamblajes de NÚCLEOS. Nosotros mismos somos ensamblajes de moléculas



La QUÍMICA se ocupa de los arreglos de las MOLÉCULAS



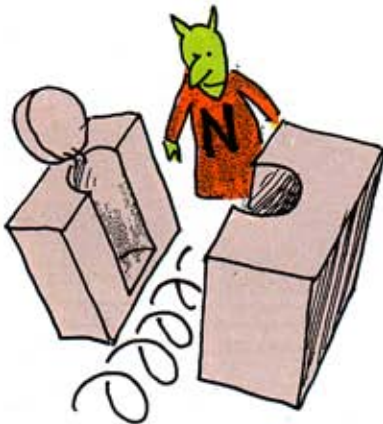
La FÍSICA NUCLEAR estudia los arreglos de los NÚCLEOS

Un núcleo considerado como **INESTABLE** es un núcleo de breve duración

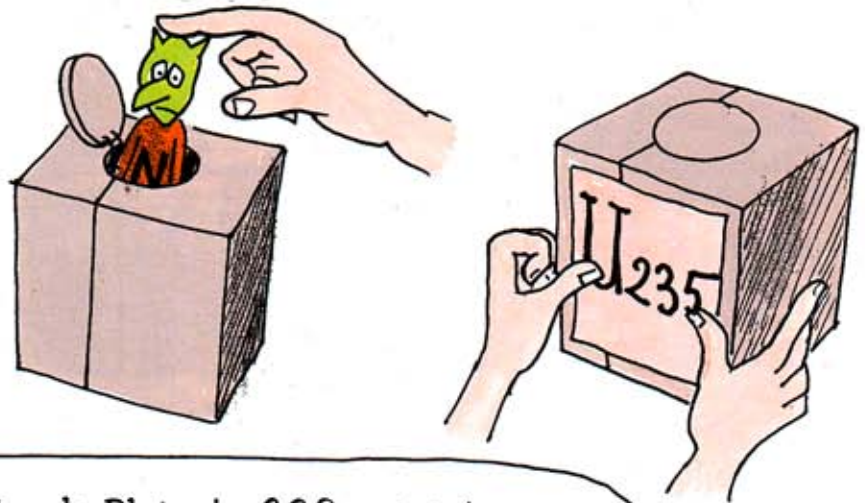
Pero algunos neutrones, al actuar sobre ciertos núcleos (ellos mismos relativamente estables al estar dotados de vidas de larga duración), pueden desestabilizarlos completamente y causar su ruptura, su **FISIÓN**

Es el caso del **URANIO 235** y del **PLUTONIO 239**

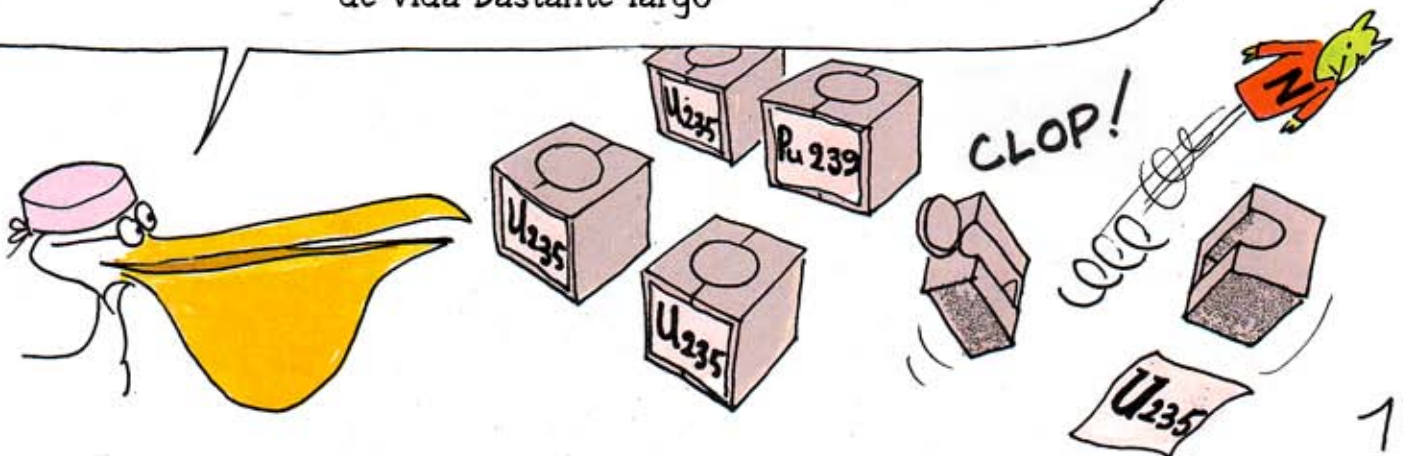
LA FISIÓN



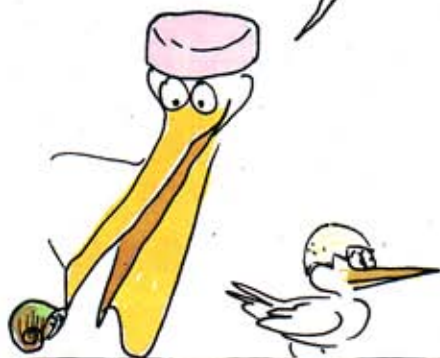
Los núcleos pueden representarse como un ensamblaje de dos bloques de masas separables y un neutrón.



Los núcleos de Uranio 235 y de Plutonio 239 presentan cierto tipo de radioactividad natural, asociada con un periodo de vida bastante largo



Aquí tienes una reacción de FISIÓN. El encuentro con un neutrón desestabiliza el núcleo de Plutonio, que se rompe. El resultado de la reacción es la reemisión de 2 neutrones (*)



Voy a estudiar eso más de cerca



Anselmo ha reunido una gran cantidad de cajas con diablillos en su interior, dentro de un círculo de radio R

Uranio 235 y Plutonio 239



Ahí van los diablos de ENERGÍA saliendo de sus cajas



Que en este caso son NEUTRONES

¡Ey, mira este caso!



Este diablillo, al golpear una caja vecina, ha desencadenado el mecanismo de ruptura de aquella y la liberación del neutrón-diablillo dentro de ella

18 (*) Esta imagen es esquemática. De hecho, el neutrón incidente es efectivamente absorbido por el núcleo fisionable (el U235 se vuelve U236 y el Pu239 se vuelve Pu240). Son estos nuevos objetos, bastante inestables, los que se rompen casi de inmediato.

REACCIONES EN CADENA



¡Estos dos diablos produjeron a su vez la apertura de otras dos cajas!



Que, a su vez...



Sofía, vámonos de aquí...



¡Caray, mira esto!

Si las cajas hubieran sido átomos de verdad, toda la ENERGÍA habría sido liberada en esta REACCIÓN EN CADENA en una fracción de segundo



CONDICIONES CRÍTICAS

¿Cómo hacer para evitar una catástrofe así?

Fácil: en el momento en que un diablillo es expulsado, parte en una dirección aleatoria y alcanza una cierta distancia. Si el área de repartición de las cajas es pequeña, el diablillo no logrará abrir ninguna otra caja



Pero es necesario que la concentración de las cajas no exceda un cierto valor crítico (*)

Más allá de este valor, se da la REACCIÓN EN CADENA

(*) Más correctamente, a este valor se le llama MASA CRÍTICA.

De hecho, entre la tasa de emisión débil de la RADIOACTIVIDAD NATURAL, y la REACCIÓN EN CADENA, hay un término medio. Jugando con la CONCENTRACIÓN, aunque los detalles sean bastante peliagudos, se puede fijar el número de diablillos que son emitidos por segundo, es decir el flujo de energía liberada



EL REACTOR NUCLEAR

¿No habría un medio para controlar mejor el proceso?

Podría haberlo introduciendo algo que absorbiera los diablos, la energía



Digamos papel matamoscas



Descolgando un poco más tus bandas adhesivas puedes llegar prácticamente a detener tu reactor

Todos los diablillos resultan capturados de esta manera y prácticamente desaparecen las reacciones en cadena

Sólo queda la emisión de la energía "normal" de estos cuerpos radioactivos, la cual es considerablemente más débil

Bien. Para hacer un REACTOR NUCLEAR basta con ensamblar suficientes núcleos pesados de URANIO 235 o PLUTONIO 239. Se puede controlar la actividad del reactor con un cuerpo capaz de absorber los diablillos, que aquí están representados por los neutrones de FISIÓN

En concreto, los minerales de Uranio contienen 0,7% de Uranio 235 FISIONABLE. El resto, esto es, el Uranio 238, no es fisionable

Y será el CADMIO el que absorba los NEUTRONES

Al parecer, el Plutonio 239 no existe en la naturaleza. ¿Pero entonces cómo es que se lo puede usar en un reactor?

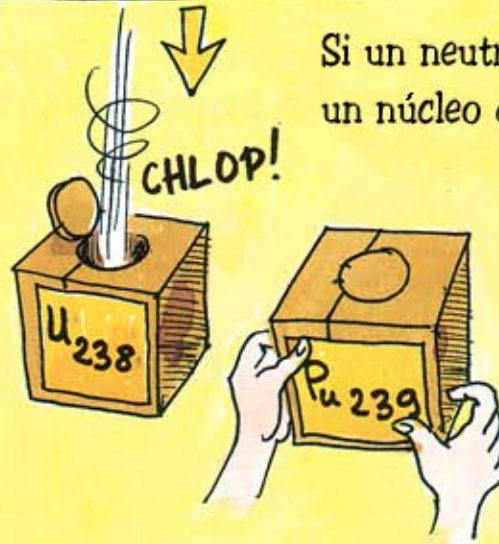
Eeh... sí, tienes razón...

MATERIAL FÉRTIL

El Uranio 238 puede también él ser considerado como un ensamblaje de dos elementos. Quedaría un lugar vacante para un neutrón



Si un neutrón se aloja en un núcleo de Uranio 238, fértil



se convertirá en Plutonio 239, que es FISIONABLE.

Dicho de otra forma, cuando un reactor de Uranio está en funcionamiento, contiene una mezcla de material FISIONABLE y de material FÉRTIL. A partir del material FÉRTIL se fabrica, entonces, una cierta cantidad de materia FISIONABLE



¿Qué quiere decir una cierta cantidad?

Todo depende del modo de funcionamiento del reactor. Al comienzo, los NEUTRONES DE FISIÓN son emitidos en todas las direcciones, a unos 20.000 km/s



¡IIIJAA!



REACTORES DE NEUTRONES RÁPIDOS

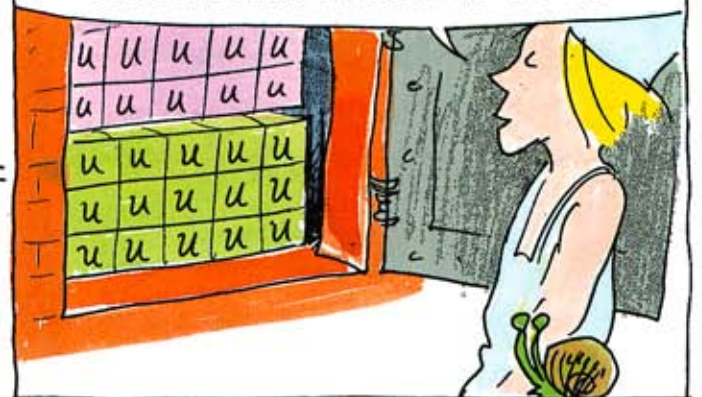
Los NEUTRONES RÁPIDOS interactúan bien con el U238, fértil, y crean Pu239, fisionable, a una tasa aceptable

¿Qué haces?



Estoy cargando mi reactor con un mineral rico en Uranio 235 (Uranio enriquecido)

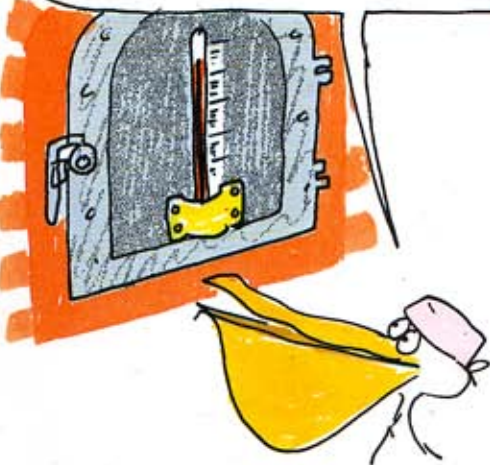
Enseguida coloco una COBERTURA FÉRTIL de U238



Los NEUTRONES RÁPIDOS se mueven a 20.000 km/s en el CORAZÓN del REACTOR. Si los comparamos con moléculas de un gas, éste estaría a 16 mil millones de grados centígrados

TRES AÑOS DESPUÉS...

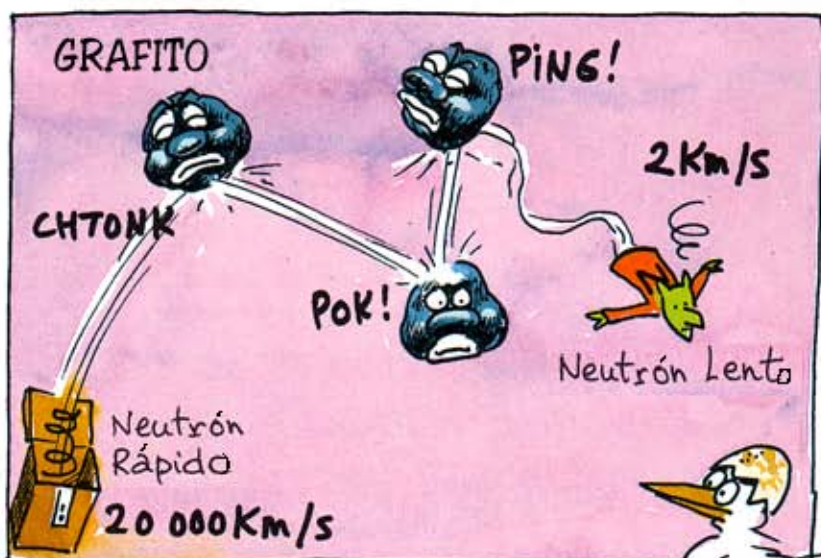
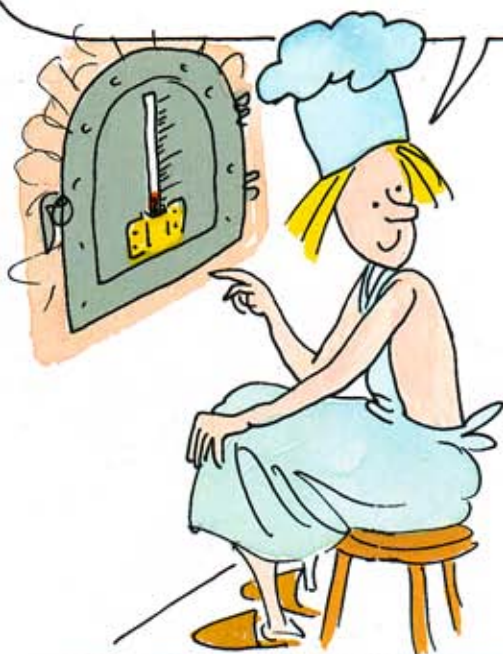
¡Oh, mira! Anselmo ha fabricado Pu239 fisionable sin consumir el U235. Es un SUPERGENERADOR



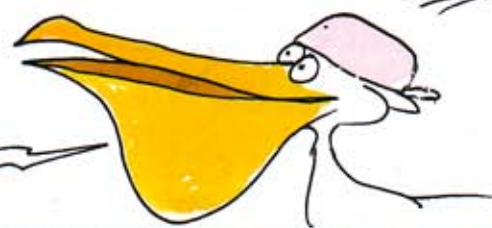
Es normal, dado que cada fisión pone en juego DOS neutrones rápidos, que permiten transformar 2 U238 en Pu239

REACTORES DE NEUTRONES LENTOS

Con el CADMIO puedo absorber los neutrones y regular así el nivel de actividad del reactor (o detenerlo completamente). Pero con GRAFITO o con AGUA PESADA, conocidos como MODERADORES, puedo FRENAR los neutrones sin absorberlos



Se puede así disminuir la VELOCIDAD DE AGITACIÓN TÉRMICA de los neutrones a 2 km/s. Este gas frío de neutrones está a la misma temperatura del reactor



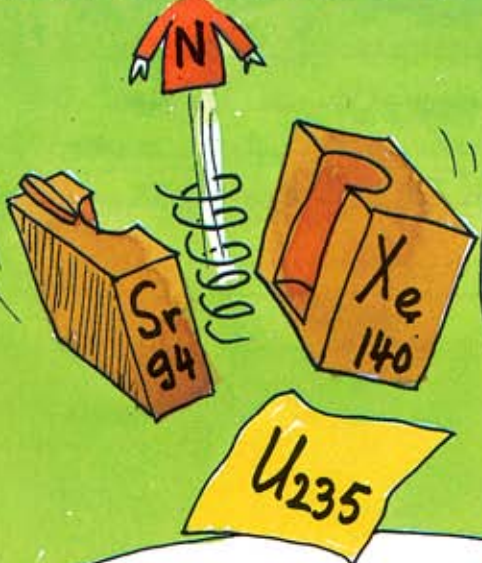
Así se fabrica también algo de Pu239, pero mucho menos que en un reactor de neutrones rápidos

No hay una diferencia neta entre estos dos tipos de reactores. También existen reactores de neutrones "intermedios" que están a mitad de camino entre unos y otros

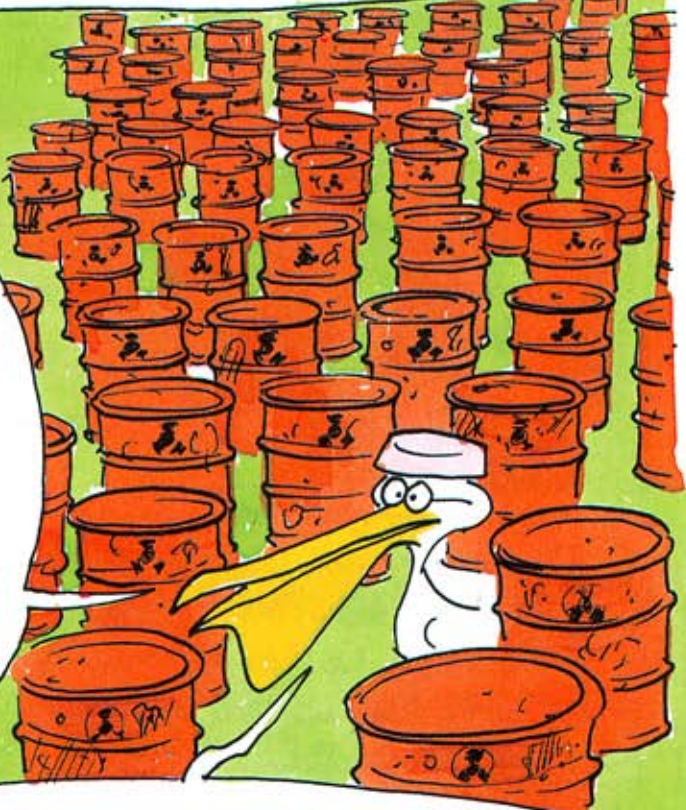


DESECHOS RADIOACTIVOS

RADIOACTIVIDAD INDUCIDA



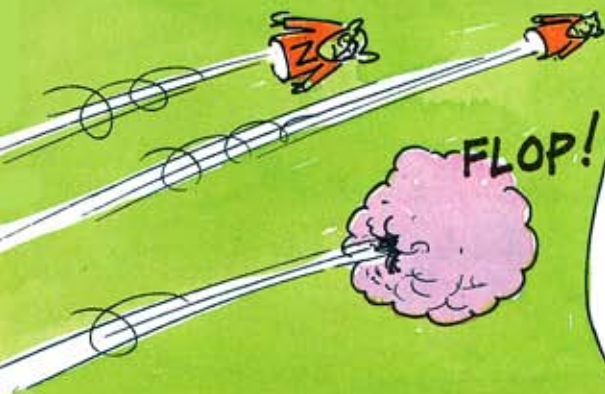
Los núcleos de U235 y de Pu239 pueden escindirse en dos fragmentos en un gran número de formas diferentes. Aquí hay un ejemplo en el que el Uranio 235 se escinde en Estroncio 94 y en Xenón 140, ambos radioactivos. Noten que $94 + 140 + 1 = 235$



Todo eso es bastante molesto. Muchos de los PRODUCTOS DE FISIÓN tienen larga vida y son radiactivos durante mucho tiempo.

El ESTRONCIO se fija en los huesos y el YODO en la tiroides.

El Plutonio también es muy peligroso. Todo esto provoca CÁNCERES y LEUCEMIAS



Los neutrones de fisión también pueden ser absorbidos por los átomos apacibles que forman la estructura del reactor, transformándolos en peligrosos e inestables, por tanto radioactivos también ellos, y que van a engrosar la masa de desechos

RADIOELEMENTOS SOBRE MEDIDA



Un reactor produce, entonces, desechos inestables radioactivos de diferentes periodos

No. Estos núcleos son susceptibles de perder masa y emitir núcleos de Helio, electrones o antielectrones (*)

¿Quieres decir que estos núcleos son susceptibles a su vez de escindirse?

Mira, allí va Anselmo transportando los desechos

CLAP!

Se pueden fabricar radioelementos de periodos diferentes, núcleos radioactivos "sobre medida", colocando ciertos elementos en el reactor y sometiéndolos al bombardeo de los diablillos. Se obtiene así una radioactividad denominada **ARTIFICIAL**

I am a poor lonesome scientist

Ga 68. Periodo: 1 hora.

(*) Radioactividades "alfa" o "beta".

Los **RADIOELEMENTOS ARTIFICIALES** fueron descubiertos en los años 1930 por **FRÉDERIC e IRÈNE JOLIOT-CURIE**; este descubrimiento condujo, años más tarde, al de la **FISIÓN**

¡Miren! Anselmo ha desaparecido, pero podemos **LOCALIZARLO** por los diablillos que son emitidos por su cargamento



Iridio 113. Periodo: 4 días

CLAP!

¡Tengo una idea!

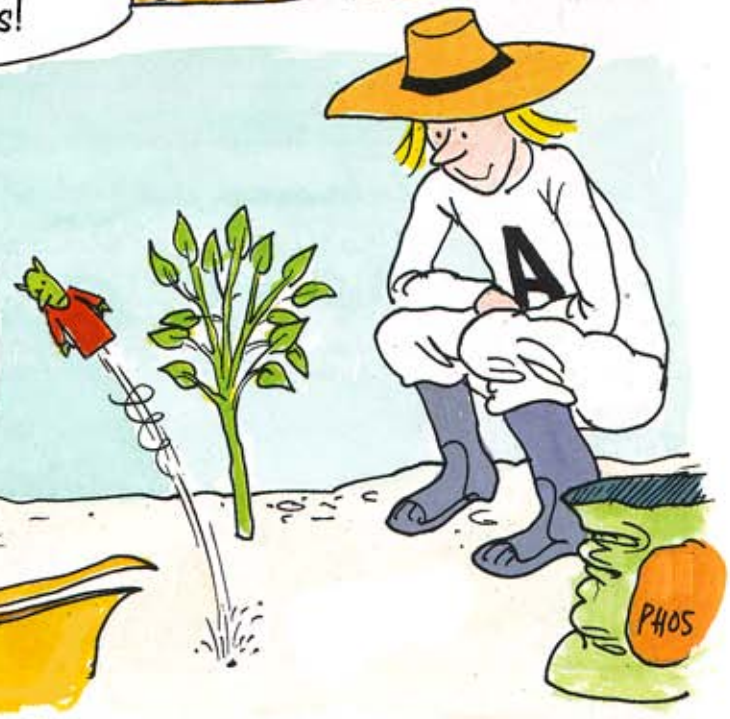
Detectando esta emisión de partículas, utilizando la **RADIOACTIVIDAD ARTIFICIAL**, podemos seguirle la pista a los núcleos

Podemos incluso llegar a fijar ciertos núcleos, isótopos radioactivos, en las moléculas biológicas (**MARCACIÓN**), y esto nos permitirá seguir su migración en los tejidos




¡Ey, hay un inestable peligroso entre nosotros!


Existen muchas aplicaciones pacíficas de la radioactividad artificial. Se puede, por ejemplo, estudiar la migración de los abonos en los suelos mediante la inserción en los fosfatos de un isótopo radioactivo del fósforo




LAS BOMBAS A




La física nuclear ha permitido que la ciencia de los fuegos artificiales progrese considerablemente. Al reunir brutalmente dos masas de material fisionable ($U235$ o $Pu239$) con la ayuda de un explosivo, se crean las condiciones críticas y se provoca una fuerte reacción en cadena, así como innegables efectos de carácter estético




Veamos. Al reunir estas estas dos masas, obtengo la MASA CRÍTICA



Un gran número de diablillos de todas las especies son emitidos y los desechos radioactivos son arrastrados hacia la alta atmósfera por el ascenso debido al intenso calor liberado. Lo que permite que la gente pueda admirar el espectáculo



Si quieren entrar al club de los HOMBRES PIROTÉCNICOS, van a necesitar un material fisionable en estado puro (100% de $U235$ o $Pu239$). Tienen dos posibilidades: o refinar el Uranio natural, o acercarse al reactor más cercano a ustedes, recogiendo todo el $Pu239$ producido en cada ciclo de funcionamiento



¡Ya casi, ya casi...!

LA FUSIÓN



Entonces el Sol es un astro que debe contener mucho Uranio. ¿Es por eso que está tan caliente?

No, Anselmo, no es por eso. En las REACCIONES QUÍMICAS se parte de una mezcla de sustancias, por ejemplo de HIDRÓGENO y de OXÍGENO

¿Pero... así no pasa... nada!?

Eso es porque la temperatura no es suficientemente alta

Calentemos la mezcla

PAF!

¿Qué resulta?

H₂O, agua

Entonces hay reacciones que liberan gran energía sin producir sustancias tóxicas

Si algún día llegamos a utilizar aviones que vuelen con una mezcla de hidrógeno y oxígeno (en estado líquido), a su paso no dejarán más que... ¡nubes!

Tal vez podríamos hacer "arder"
mezclas de núcleos

A condición de llevarlas a una
muy alta temperatura

DEUTERIO

TRITIO

HELIO



Podríamos hacer reaccionar
DEUTERIO y TRITIO, que
son dos especies de
HIDRÓGENO PESADO
(el núcleo del hidrógeno
liviano está formado por un
solo protón P).
Los núcleos de estos isótopos
difieren sólo en el número de
neutrones.
La mezcla Deuterio-Tritio
tiende a formar Helio

GRAN BAILE
DIABÓLICO

Aquí hay un elemento del gas
HIDRÓGENO PESADO, mitad
DEUTERIO, mitad TRITIO.
A una temperatura normal, los
ELECTRONES giran alrededor de los
núcleos, asegurando los enlaces
moleculares (ligando los núcleos de
dos en dos)



Molécula de Deuterio

Molécula de Tritio

El ritmo del baile puede volverse realmente endemoniado. Las moléculas se rompen (disociación) y los electrones-abeja orbitan alrededor de un solo núcleo

A UNOS TRES MIL GRADOS :

No hay manera de orbitar alrededor de estos núcleos, se mueven demasiado

Sí, es cosa de locos. Yo mejor me voy...

El gas caliente se convierte entonces en una sopa de núcleos y de electrones libres : un **PLASMA CALIENTE**.

¡Calor, Marcelo, calor!

¿Saben una cosa?
Mejor de a cuatro

¿Ustedes creen...?

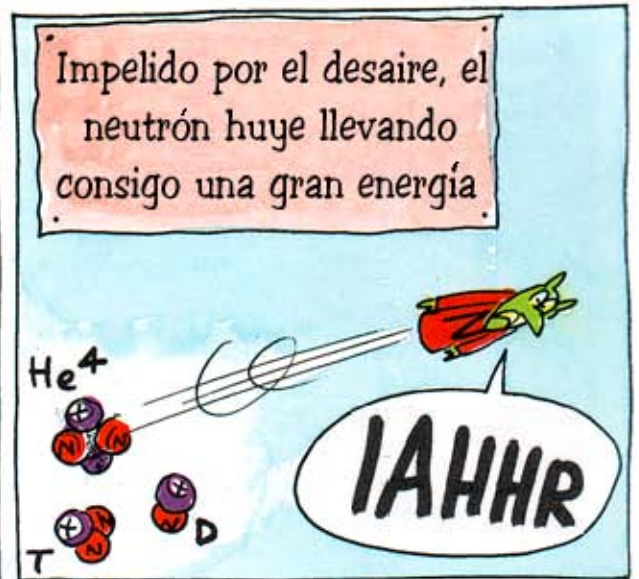
Sí, a esta temperatura,
eso sería más ESTABLE

A partir de 150 MILLONES DE GRADOS (la TEMPERATURA DE IGNICIÓN), algo sucede

Están excitados...

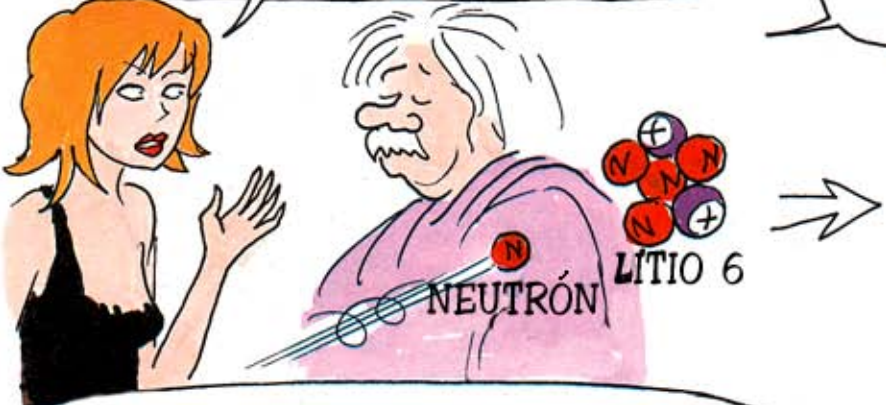
Esto me huele a trampa

¡Ey, esperen!
 $2+3 = 5$, y el Helio
tiene cuatro nucleones,
¿no?



Entonces la FUSIÓN es tan polucionante como la FISIÓN, puesto que los neutrones de fusión van a transformar los átomos vecinos, volviéndolos radioactivos

Pero hacemos un esfuerzo por absorber estos neutrones con Litio 6, para producir Helio 4 y Tritio 3



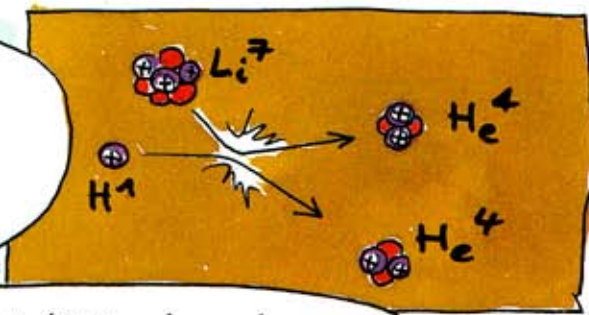
En otras palabras, la envoltura de Litio 6 se comporta como un material "fértil". Esta reacción se considera provee el "combustible de la fusión", Tritio 3

Así es. Un reactor de fusión tiene un parecido con el supergenerador. Y es una suerte pues el Tritio, inestable (*), no existe en estado natural



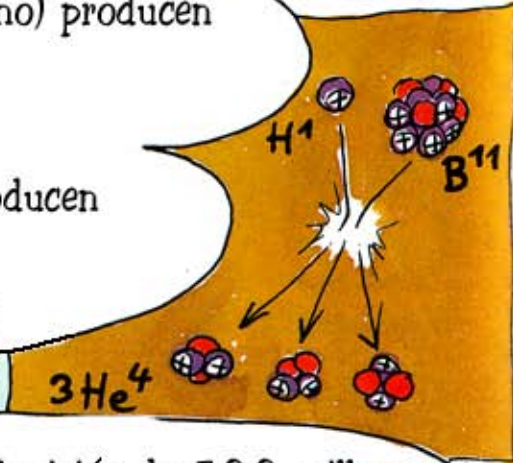
(*) Su vida media es apenas de 12 años.

Hmm, veo que existen montones de reacciones de fusión, de rearrreglo de núcleos, que no producen neutrones libres



Litio 7 + Hidrógeno 1 (liviano) producen 2 He 4
(7 + 1 = 2 x 4)

Boro 11 + Hidrógeno 1 producen 3 Helio 4
(11 + 1 = 3 x 4)



La primera a una temperatura de ignición de 500 millones de grados, mientras que en la segunda rayamos casi ¡los mil millones de grados!

Sí... evidentemente... Concretamente... ¿cómo es que se fusionan los núcleos?

En el interior del Sol eso ocurre lentamente, a una temperatura de apenas unos quince millones de grados

¿Entonces el Sol no es más que una brasa?

Sí. Para obtener un "fuego" nuclear hacen falta 150 millones de grados para que se puedan producir las reacciones, digamos en un lapso de tiempo del orden de un segundo

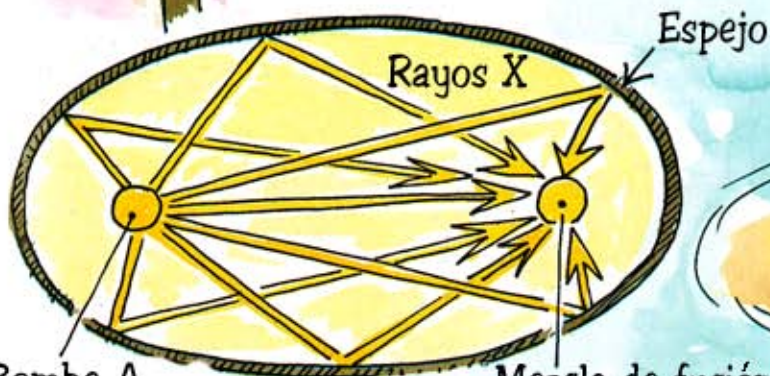
Eso es lo que intentamos hacer en las máquinas llamadas TOKAMAKS

¿Y funciona?

Bueno... hay algunos problemas

Vamos, no hay que perder el tesón

Hum, Edward Teller realizó la fusión creando una nueva bomba. Nosotros no queríamos hacer eso, pero lo hicimos. Teller tuvo una idea (*). Bueno, siempre tenía buenas ideas. Cuando la bomba A explota, comienza por expulsar durante las primeras millonésimas de segundo una gran cantidad de rayos X. Teller propuso reflejar esos rayos con una especie de espejo y enfocarlos sobre un blanco hecho de una mezcla de Deuterio y Tritio



¿Y funcionó?

Claro que sí, bastante bien...

(*) Edward Teller, investigador en el laboratorio de Los Alamos durante la Segunda Guerra, sirvió de modelo para la película "Dr. Strangelove", de S. Kubrick.

Teller fabricó inclusive el espejo
en Uranio 238

¿Por qué
en Uranio 238?

Claro, piénsalo. La bomba H hace explosión.
Los neutrones de fisión atacan el material
FÉRTIL U238 y lo transforman en Pu239,
que se fisiona en seguida

Eso dá como resultado la terrible
bomba de FISIÓN-FUSIÓN-FISIÓN

LA FUSIÓN POR ENERGÍA DIRIGIDA

Intentamos realizar la FUSIÓN enfocando sobre una
mezcla DEUTERIO-TRITIO (en estado líquido) todas las
formas de ENERGÍA: radiaciones de láseres muy potentes,
partículas diversas, electrones y núcleos procedentes de
aceleradores. La POTENCIA en juego es fenomenal.
Para encender ese fuego TERMONUCLEAR hace falta
(durante algunas nanomilésimas de segundo) concentrar
una potencia equivalente a la de un espejo solar con una
superficie igual a la de Francia sobre una esfera de
¡menos de un milímetro de diámetro!

La POTENCIA INSTANTÁNEA es enorme, pero la
ENERGÍA global modesta: esta "cerilla" nuclear
equivale a doscientos gramos de pólvora

¡Me
bronceo!

EPÍLOGO

Necesitamos de la ENERGÍA NUCLEAR.
Pero todo esto: FISIÓN, FUSIÓN... presenta
muchos inconvenientes

¡Además están los
benditos desechos!

Y un montón de riesgos
accidentales. Si un reactor se
descontrolara, fundiría su recubrimiento
de acero, el concreto y hasta el mismo
suelo (el SÍNDROME CHINO (*)) y la
masa en fisión penetraría en éste
último sin que se pudiera hacer nada
para detener el proceso

¿Qué hacer?

40 años son pocos. Aún estamos en
los comienzos de la ERA NUCLEAR

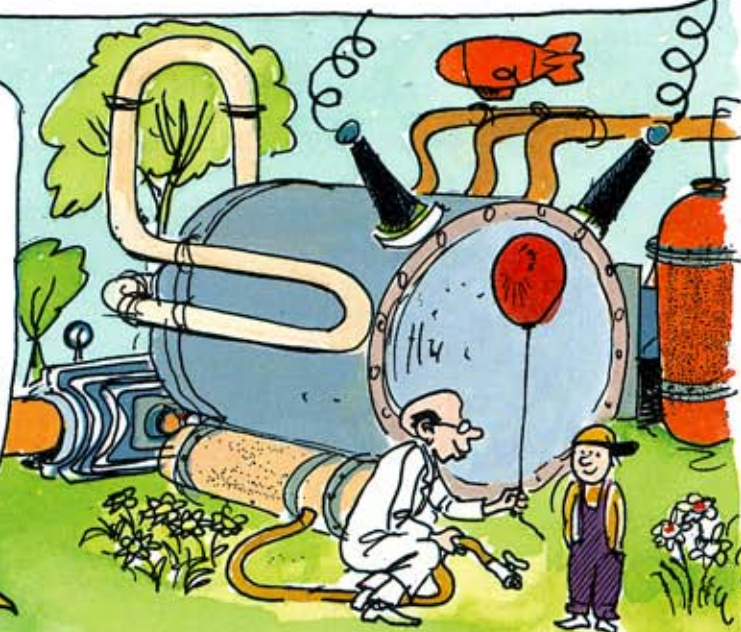
Yo creo en la posibilidad de progresos
revolucionarios que puedan cambiar por
completo los datos del problema, pero más
por el lado de la FUSIÓN que de la FISIÓN

Ah...

(*) Imagen debida a los estudiosos del átomo, en la que el reactor, atravesando la Tierra de extremo a extremo, reaparecería en... ¡China!

En las reacciones de fusión, en donde no intervienen neutrones en estado libre, teóricamente es posible **CONFINAR** los **PLASMAS DE FUSIÓN** con la ayuda de poderosos dispositivos magnéticos (las partículas cargadas "huyen" de las regiones en donde hay campos magnéticos intensos)

¡La **EDAD DE ORO!**
La central de fusión, no contaminante (a base litio-hidrógeno o boro-hidrógeno). Único producto de la reacción: helio, con el cual es posible ¡inflar bombas para los niños!



¡Dejen que me ría, esas son fantasías!

¡Así pues, existen estufas de catálisis que permiten hacer fuego **EN LA PROPIA CASA**, con las ventanas cerradas, sin utilizar la chimenea...!

Hum, es cierto.
Eso produce vapor de agua y gas carbónico, que son respirables en cantidad moderada



¿Podría existir un **CATALIZADOR DE FUSIÓN** que permitiera operar a una temperatura razonablemente baja?



Ya conocemos uno: el carbono

Ah, sí, a propósito, ¿cómo es que el Sol se las arregla para funcionar a base de fusión, siendo que su caldera central sólo está a 15 MILLONES de grados, es decir a una temperatura DIEZ VECES MÁS BAJA QUE LA TEMPERATURA DE IGNICIÓN, que es de 150 MILLONES DE GRADOS?

El carbono sirve como catalizador. Interviene en las etapas, bastante complejas, de la reacción y, al final de cuentas, es regenerado. Se comienza con

Carbono 12 + Hidrógeno 1,
lo que da Nitrógeno 13. Luego éste es transformado en Nitrógeno 15, y en fin:
Nitrógeno 15 + Hidrógeno 1 → Carbono 12 + Helio 4 (el ciclo de Bethe)

Pero esa reacción es demasiado LENTA (salvo para el Sol, que tiene todo su tiempo)

LOS MUONES

En una mezcla gaseosa fría se pueden crear reacciones químicas complejas al bombardear sus moléculas con electrones procedentes de una simple descarga eléctrica.



Ejemplo :
2CH₄ (metano)
+ $\frac{1}{2}$ da :
C₂H₂ (acetileno) + 3H₂



Se puede reemplazar, en una molécula, a los electrones por MUONES, partículas que se asemejan a grandes electrones y que acercan los núcleos unos a otros



Entonces por qué no bombardear una mezcla de fusión "tibia" con estos muones...



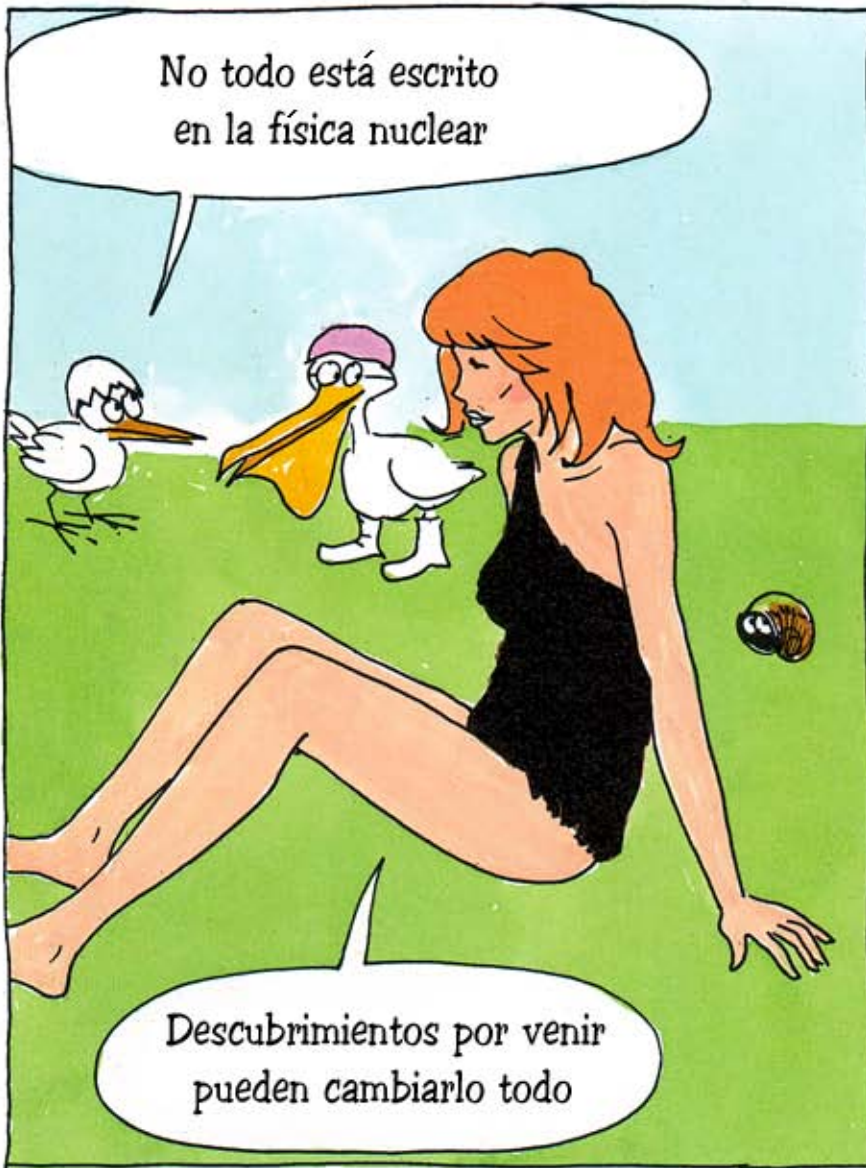
¿Y funciona?

SIN PROBLEMAS, SÍ SEÑOR.

Los muones se pueden crear en un acelerador. Cuando chocan contra núcleos de deuterio y de tritio, se crea helio, y se tiene la fusión. Claro que entre éste experimento de microfísica, basado en unas pocas partículas, y una fusión industrial aprovechable, ¡hay todavía un largo camino por recorrer!

Se puede también jugar con los ESPINES de los núcleos. Es decir, hacerlos bailar vals en lugar de tango. Eso aumenta la eficacia de las colisiones









¡¿Satisfecho?!

Ufff, la ciencia...

Un planeta tan lindo...

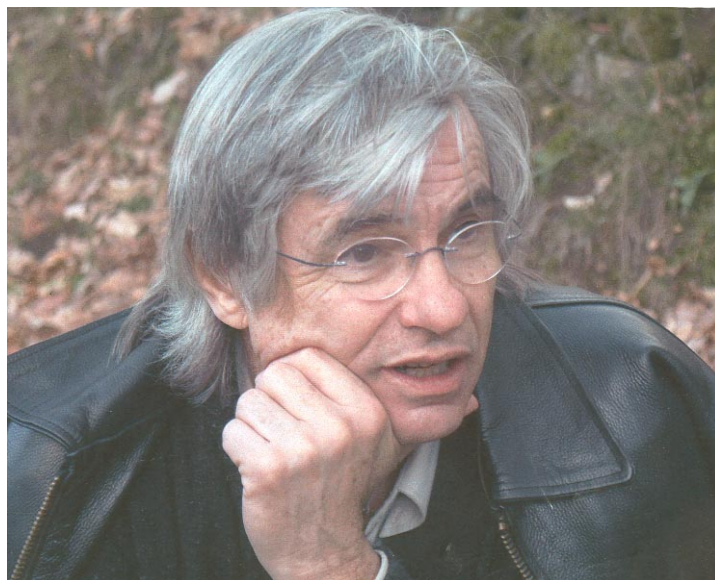
FIN

43

Saber sin Fronteras

Association Loi de 1901

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



Jean-Pierre Petit, presidente de la Asociación

Antiguo director de investigaciones del CNRS, astrofísico y creador de un nuevo género : la Historieta Científica. Creada en el año 2005 junto con su amigo Gilles d'Agostini, la asociación Saber sin Fronteras tiene como finalidad distribuir gratuitamente el saber científico y técnico por todo el mundo. La asociación funciona gracias a donaciones y retribuye a sus traductores con 150 euros por cada historieta traducida (en el 2007), asumiendo además los cargos bancarios de las transferencias. Numerosos traductores en todo el mundo contribuyen a aumentar diariamente el número de álbumes traducidos, los cuales ascienden en el 2007 a 200 y son telecargables de manera gratuita en 28 idiomas, incluyendo el Laostaní y el Ruandés.

El presente archivo pdf puede ser duplicado y reproducido sin restricciones, parcial o totalmente, y utilizado por los profesores en sus cursos a condición de que lo hagan sin ánimo de lucro. Puede ser depositado en bibliotecas municipales, escolares y universitarias, tanto en forma impresa como en redes de tipo Intranet.

El autor tiene previsto completar la presente colección de historietas con álbumes más elementales, para chicos de 12 años. Igualmente están en proceso de elaboración álbumes « hablantes » para analfabetas, así como álbumes bilingües para el aprendizaje de idiomas a partir de las lenguas de origen.

La asociación está buscando continuamente nuevos traductores que puedan traducir las obras a su propia lengua materna y que posean las competencias técnicas que los habiliten para realizar buenas traducciones de los álbumes que emprenden.

Para contactar la asociación basta con ir a su página web

Para realizar una donación:

Para otros países → Número de Cuenta Bancaria Internacional (IBAN) :

IBAN
FR 16 20041 01008 1822226V029 88

y → Código Identificador del Banco (BIC):

BIC
PSSTFRPPMAR

Los estatutos de la asociación (en francés) están disponibles en su sitio web. Así mismo, la contabilidad puede ser accesada en línea, en tiempo real. La asociación no retiene dinero alguno de las donaciones, ni siquiera los costos de las transferencias bancarias, de modo que las sumas entregadas a los traductores son netas.

La asociación no paga a ninguno de sus miembros, que operan benévolamente y asumen ellos mismos los costos de funcionamiento y de administración del sitio web, costos que no son por lo tanto sufragados por la asociación.

Pueden estar seguros de que en esta especie de « obra humanitaria cultural », cualquiera sea la suma que ustedes donen, ésta será consagrada íntegramente a retribuir a los traductores.

En promedio, estamos poniendo en línea una decena de nuevas traducciones cada mes.