Fusión y fisión: ángeles y demonios de la energía nuclear

Tiempo de lectura: 5 min.

Antonio Manuel Peña García

Mié, 26/04/2023 - 05:44

El aprovechamiento de la energía nuclear despierta pasiones a favor y en contra. Apuestas decididas por la fusión, que junto a las renovables puede ser la fuente energética del futuro, y agrias polémicas sobre la fisión que, también junto a las renovables, es la fuente energética del presente. Ángeles y demonios tienen un corazón común: el núcleo de los átomos.

Quedan décadas para que la energía obtenida por fusión entre en nuestros hogares, mientras que las centrales nucleares actuales funcionan exclusivamente por fisión.

Pero ¿en qué consisten la fusión y la fisión? ¿Cuáles son sus fundamentos? ¿Por qué anhelamos una mientras mantenemos la espada de Damocles sobre la otra?

El corazón compartido por ambas es una física de energías y masas que parecen volatilizarse. Esta paradoja puede explicarse a partir de dos imanes que se repelen, y una tarde de compras en la frutería del barrio.

Juego de tozudos, dilema de genios

Todos hemos intentado en vano juntar dos imanes por polos del mismo signo. Pero, si somos incapaces de juntar los polos positivos de dos rudimentarios imanes de nevera, ¿cómo es posible que cargas positivas tan puras como los protones formen los núcleos atómicos sin repelerse entre sí?

La existencia de núcleos formados solo por cargas positivas unidas era tan impensable que los físicos de comienzos del siglo XX (nada menos que Einstein, Marie Curie, Bohr, Rutherford y un largo etcétera) llegaron a pensar que el núcleo también contenía electrones (carga negativa) que compensaban la repulsión entre protones. Esta hipótesis acarreaba serios problemas, pero parecía menos disparatada que la de un núcleo formado por bolitas positivas que se atraían entre sí.

Una misteriosa invitada

Poco después se confirmó que los compañeros de los protones en el núcleo no eran electrones sino neutrones (sin carga eléctrica). La cosa se complicaba hasta que, para alivio de todos, apareció una invitada inesperada: la interacción nuclear fuerte. Esta interacción es una fuerza atractiva que actúa a distancias extremadamente pequeñas y mantiene unidos a protones y neutrones (genéricamente llamados nucleones) en los núcleos. Es tan fuerte que predomina sobre la ya de por sí intensa fuerza de repulsión entre protones.

Así, en el interior de cada núcleo encontramos un gigante anulando a otro.

No nos salen las cuentas

Si bajamos a la frutería y compramos diez naranjas de 200 gramos cada una, el peso indicará una masa total de 2.000 gramos. Es más, si el frutero las mete en una bolsa y las compacta a presión, la masa del conjunto sigue siendo 2.000 gramos. Pero este resultado tan obvio con naranjas, peras y sandías no se reproduce en los núcleos atómicos.

En una hipotética protonería, si compramos seis protones y seis neutrones para construir un núcleo de carbono, la situación es distinta. Los libros dicen que sus masas suman 12.0096 unidades de masa atómica (u), un múltiplo muy pequeño del kilogramo. Sin embargo, cuando nuestro protonero de confianza entre en la trastienda y monte el núcleo, saldrá con un conglomerado de masa de 12.0000 u, es decir, 0.0096 u menos de lo que debería. Un 1.6 con 28 ceros delante si la expresamos en kilos.

La energía que no se pierde

Este hecho es universal: la masa de los núcleos es menor que la de sus componentes por separado. La diferencia entre ambas se denomina defecto de masa. Pero ¿a qué se debe esta pérdida? ¿Es igual para todos los elementos? ¿Nos engaña el protonero?

Por supuesto que no. Lo que ocurre es que, si vencida la repulsión eléctrica, la interacción nuclear fuerte atrae a unos cuantos nucleones y estos caen quedando unidos en un núcleo, se libera energía.

No es nada extraño: cuando al frutero se le cae una naranja a causa de otra fuerza atractiva como la gravedad, también se libera energía en forma de calor y ruido al estamparse contra el suelo.

Como los núcleos de distintos elementos tienen distinto tamaño y número de nucleones, la energía que enlaza a cada uno con el resto varía según el elemento. Así, necesitamos más energía para arrancar un protón de un núcleo de hierro que de uno de uranio, razón por la que el primero es mucho más estable que el segundo.

Ahora bien, según la famosa ecuación de Einstein, E=mc2, masa y energía son una misma cosa. Eso significa que la liberación de energía también se traduce en una disminución de masa como comprobamos al comprar el núcleo de carbono en la protonería.

Esta ecuación, que ha vendido más camisetas que algunas estrellas del fútbol, dice otras muchas cosas y fue concebida en un contexto distinto al de la energía nuclear, pero esa es otra historia.

Misterio resuelto: el protonero no nos engañó al pesar. En realidad, la masa-energía que falta se ha liberado al unirse los nucleones.

En la central nuclear: la clave de la fisión

En las centrales nucleares rompen (fisionan) núcleos de uranio o plutonio lanzándoles neutrones y pueden darse varias reacciones. En una de ellas se produce un núcleo de bario, otro de criptón, 3 neutrones y radiación electromagnética.

El defecto de masa del proceso es negativo y se libera energía en forma de movimiento de los productos y radiación. Esta energía se usa para calentar agua, evaporarla y mover una turbina produciendo corriente eléctrica.

En otras palabras, la energía indisolublemente ligada al defecto de masa de diferentes núcleos que se rompen se aprovecha para producir energía térmica y eléctrica. Éste es el principio de funcionamiento de las centrales nucleares. Ni más ni menos.

¿Fisión o fusión? la diferencia más allá de una letra

El defecto de masa de los núcleos grandes e inestables implica una liberación de energía cuando se rompen, proceso conocido como fisión nuclear. En él se basan las

centrales nucleares, que producen más del 20 % de la energía de España.

Pero también podemos obtener energía si en lugar de romperlos, unimos núcleos pequeños como los del hidrógeno. Este proceso, llamado fusión nuclear, debería proporcionarnos energía a partir de elementos abundantes, de fácil obtención y con residuos prácticamente inocuos.

El problema de la fusión reside en la extraordinaria complejidad técnica para controlarla, ya que requiere reactores capaces de alcanzar temperaturas del orden de 100 millones de grados centígrados y soportar elevadísimos niveles de radiación. Inviable hoy por hoy.

Como dato ilustrativo, la fusión y la fisión fueron descritas en la década de los años 1930 del siglo pasado. En menos de 10 años se conseguía controlar la fisión en un reactor, y antes de 20 se aprovechaba en la primera central nuclear. Por contra, 100 años después seguirá sin funcionar la primera central de fusión.

Una tarde de compras puede ilustrar qué hay detrás de la fisión y de la fusión, su relación en el corazón de los núcleos atómicos. Presente y futuro en un cambio de letras.

Catedrático del Área de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Granada

23 de abril 2023

The Conversation

https://theconversation.com/fusion-y-fision-angeles-y-demonios-de-la-ene...

ver PDF
Copied to clipboard