

Una mirada al acelerador de partículas TANDAR

Explorar lo más pequeño para comprender lo más grande

Todo está hecho de átomos

Si golpeamos una pared con nuestro puño, en el mejor de los casos podremos generar algún ruido porque la pared vibra, empujando el aire que está próximo a ella. Si vibra es porque la pared tiene partes que se movieron unas respecto de las otras, demostrando que la pared no es un objeto inmutable de la naturaleza sino que está compuesta por ladrillos. Arrancar estos ladrillos requeriría golpearlos con una masa, pero ni aún usando el más potente cañón destruiríamos los átomos que componen sus ladrillos.

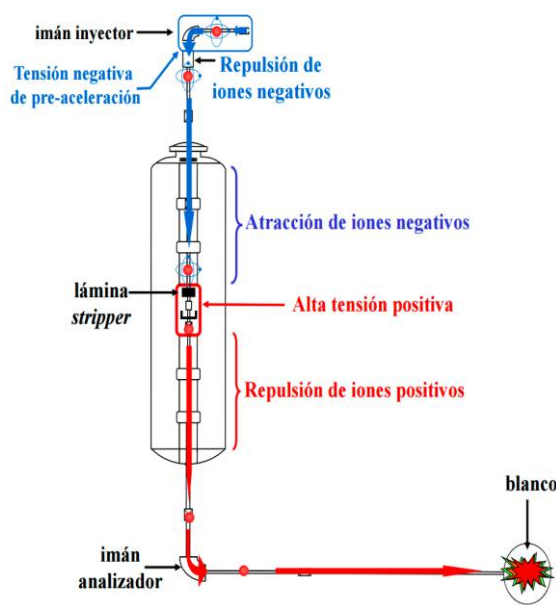


Fig. 1 Esquema interno del acelerador

Todo el universo que nos rodea está hecho de átomos. Para tener idea de sus dimensiones, el punto final con el que termina esta frase equivale a un cuadrado que tiene tres millones de átomos por lado. Casi toda la masa de estos átomos está concentrada en su núcleo, compuesto por un conglomerado de protones (partículas con carga eléctrica positiva) y neutrones (sin carga). Sin embargo, la proporción entre este núcleo y los electrones (con carga negativa) que giran a su alrededor se asemeja a una cabeza de alfiler dentro de un estadio de fútbol.

Una forma de investigar este pequeñísimo núcleo es rompiéndolo por un impacto. Pero para golpear a un único núcleo, y no a



Autor:

Guillermo Martí

Doctor en Ciencias Físicas (UBA)

Gerente de Investigación y Aplicaciones (CNEA)

Investigador Principal en el Departamento de Física Experimental

Ex docente universitario

toda la pared que lo contiene, el “proyectil” deberá ser otro núcleo. Sin embargo, como ambos tienen carga eléctrica positiva, se repelen entre sí. Para vencer dicha repulsión eléctrica necesitamos mucha velocidad de impacto. Por eso se usa una especie de cañón, denominado acelerador, que emplea varios millones de voltios para que los núcleos alcancen las altas velocidades necesarias para vencer su repulsión eléctrica y que puedan chocar entre sí.

El Acelerador TANDAR

Desde 1986 funciona en Argentina, más precisamente en el Centro Atómico Constituyentes de la CNEA, el Acelerador TANDAR (TÁNdem ARGentino). Este sofisticado equipo, único por sus características en el país, puede alcanzar tensiones de hasta 20 MV (MV es una unidad de potencial o de tensión que equivale a 1.000.000 de Volts). Es de tipo electrostático, de geometría lineal (en nuestro caso vertical), muy diferente al acelerador circular denominado Ciclotrón¹. Los aceleradores de partículas son una herramienta fundamental, ya sea para realizar investigación básica o aplicada, siendo sus contribuciones muy relevantes en el campo de la física nuclear y física de partículas, como así también en otros campos, como materiales, biología, medicina y en nuestra institución (CNEA), fundamental en la formación de recursos humanos científicos y técnicos.

Acelerando a fondo

¿Cómo funciona el acelerador TANDAR? Posee un inyector que genera iones negativos (es decir, un átomo con un electrón “extra”) y un sistema de pre-

aceleración y guiado del haz de iones negativos con el que se logra introducirlos en el tubo de aceleración, el “acelerador” propiamente dicho, donde son “atraídos” electrostáticamente por el terminal de alta tensión, que se encuentra a una tensión muy alta y positiva, es decir: “atrae” a los iones negativos. Esta es la primera etapa de aceleración. En ese mismo terminal existe una delgadísima



Fig. 2 Vista externa

lámina de carbono, que interpuesta al paso de los iones remueve el electrón “extra” y algunos otros, dejando al ion con un estado de carga positivo, por lo que ahora el terminal lo “repele”, produciendo la segunda etapa de aceleración. Con un sofisticado sistema de deflectores electrostáticos y electroimanes se guía el haz y se lo envía a alguna de las ocho líneas experimentales, donde se producen las reacciones nucleares de interés para los investigadores. Una descripción del acelerador y sus partes se ve en la Fig. 1.

Reacciones nucleares

Hay muchos tipos de reacciones nucleares; obviamente, no podríamos mencionarlas todas acá, sino que sólo intentaremos explicar dos: las reacciones denominadas elásticas y las reacciones de fusión. En las primeras, el “proyectil” (ahora un núcleo con mucha energía acelerado por el TANDAR) intenta impactar sobre un “núcleo blanco”, pero no llega a “tocarlo” o a “entrar en con-

tacto”, sólo cambia la dirección y sentido de su velocidad, e inclusive puede llegar a “rebotar” como cuando lanzamos una bolita contra una pared que “rebota” y “vuelve” con la misma velocidad que tenía. El proyectil no tenía suficiente velocidad para impactar al núcleo blanco. En cambio, en las reacciones de fusión el núcleo “proyectil” tiene tanta velocidad que logra vencer la repulsión electrostática e impacta al “núcleo blanco” y se funden. O sea, se forma un “nuevo núcleo” que tiene aproximadamente una masa que es la suma de las masas del proyectil y del blanco.

Entre estas dos reacciones extremas, hay toda una gama de reacciones nucleares en donde además de variar la energía del proyectil y eventualmente del blanco, los núcleos pueden intercambiar protones o neutrones u otras partículas y obviamente energía. Estas reacciones en general se llaman reacciones inelásticas.

Los reactores cósmicos

Estudiar los mecanismos de reacciones nucleares con un acelerador permite reproducir y entender cómo funcionan los primeros reactores nucleares del universo: las estrellas. Estas obtienen su energía a partir de sucesivas reacciones nucleares de fusión. Así funden cuatro núcleos de hidrógeno (un solo protón, $1H$), forman un núcleo de helio ($4He$); cuando se agota el hidrógeno se fusionan tres núcleos de helio en uno de carbono ($12C$). Estas fusiones sucesivas terminarán en una violenta explosión, fenómeno que se llama supernova pues durante una semana brilla tanto como toda la galaxia junta, apareciendo una estrella nueva en el cielo. En esta explosión se arrojan al espacio todos los elementos que componen la tabla periódica: del hidrógeno al uranio. De hecho, nuestro propio Sol y nuestra Tierra fueron creados por una de estas supernovas hace 5.000 millones de años. Allí se creó el silicio de la arena, el oxígeno que respiramos, el calcio de nuestros huesos y el hierro de nuestra sangre.

En resumen somos, literalmente, polvo de estrellas!

ABREVIATURAS

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
UBA: Universidad Nacional de Buenos Aires

REFERENCIA

1 Ver Hojita Una mirada a la producción de radioisótopos utilizando un ciclotrón (Pag.129/130).



Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable

Comisión Nacional de Energía Atómica

Tel: 011-4704-1485 www.cnea.gov.ar/leds

Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina

Año de edición: 2017 ISBN: 978-987-1323-12-8