

El recorrido de las partículas

Por muy insignificante que parezca esta bombona de hidrógeno comprimido, es el principio de la cadena de aceleradores más larga y potente del mundo, que culmina en el espectacular Gran Colisionador de Hadrones.

A un ritmo controlado con gran precisión, los átomos de hidrógeno de esta bombona son introducidos en la fuente del acelerador lineal Lineac 2. Allí se les arrancan los electrones, obteniéndose núcleos de hidrógeno. Estos núcleos son, de hecho, protones, y tienen carga eléctrica positiva, por lo que pueden ser acelerados por un campo eléctrico.

Ya puede empezar su recorrido, que finalizará en colisiones de muy alta energía, similares a las que se dieron después del Big Bang.

Cuando este paquete de protones abandone el Lineac 2, su velocidad será igual a la tercera parte de la velocidad de la luz.

Está a punto de entrar en el búster, un pequeño acelerador circular.

Para maximizar la intensidad del haz, el paquete es dividido en cuatro, uno para cada anillo del búster.

Aquí ya no es práctico acelerar los paquetes en línea recta, por esto el búster es circular. Su circunferencia es de 157 metros.

Para acelerar los paquetes, se les hace dar múltiples vueltas. Ahora el campo eléctrico es pulsado. Esto significa que se aplica de forma similar a como se columpia un niño: empujándolo cada vez que llega a cierto punto.

Unos imanes ejercen sobre los protones que pasan una fuerza perpendicular a su movimiento. Se utilizan imanes eléctricos extraordinariamente potentes, que curvan el haz de protones, guiándolo a lo largo de la circunferencia.

El búster acelera los protones hasta el 91,6% de la velocidad de la luz, y los acerca unos a otros, haciendo que el paquete sea cada vez más compacto.

Después de recombinar los paquetes de los cuatro anillos, el paquete resultante es dirigido hacia el sincrotrón de protones.

Sigamos dos de estos paquetes de protones.

El sincrotrón de protones mide 628 metros de circunferencia. Los protones circulan en su interior durante 1,2 segundos, hasta alcanzar una velocidad superior al 99,9% de la velocidad de la luz.

Es aquí donde se alcanza el punto de transición, un punto en que la energía que el campo eléctrico pulsante aporta a los protones ya no puede traducirse en un aumento de la velocidad, porque los protones ya se mueven casi a la velocidad de la luz.

En lugar de esto, la energía añadida se manifiesta en un incremento de la masa de los protones. En resumen: como los protones no pueden ir más rápido, se hacen más pesados.

La energía cinética microscópica de cada protón se mide en una unidad llamada electronvoltio. Hasta aquí la energía de cada protón ha aumentado hasta 25 giga-electronvoltios, es decir, 25.000 millones de electronvoltios. Los protones son ahora 25 veces más pesados que cuando estaban quietos.

Ahora los paquetes de protones son canalizados hacia la cuarta fase, el Súper Sincrotrón de Protones, o SPS. Se trata de un anillo enorme, de 7 kilómetros de circunferencia, diseñado especialmente para aceptar protones a esta energía y aumentarla hasta 450 giga-electronvoltios.

Pronto los paquetes de protones tendrán energía suficiente como para poder ser lanzados hacia la órbita del gigantesco Gran Colisionador de Hadrones, o LHC, situado entre la sierra del Jura y los Alpes, a caballo entre Francia y Suiza. El LHC se ha construido bajo tierra, a una gran profundidad, y tiene una circunferencia de 27 kilómetros.

En el interior del LHC hay dos tubos en los que se ha hecho el vacío, por los cuales circulan haces de protones en sentido opuesto.

Usando dispositivos extremadamente sofisticados para sincronizar los paquetes que entran con los que ya se encuentran en circulación, un tubo de vacío inyecta al LHC protones que circularan en el sentido de las agujas del reloj, y otro, protones que lo harán en sentido opuesto.

Los haces se cruzan dentro de los núcleos de 4 detectores, donde se los hace colisionar.

La energía de la colisión es el doble de la de cada uno de los protones opuestos, y son los residuos de estas colisiones los que se registran en los detectores.

El SPS inyecta protones durante media hora. Al final, hay 2.808 paquetes.

Durante todo este rato, el LHC va aportando todavía más energía a los protones, cuya velocidad es ya tan cercana a la de la luz, que dan más de 11.000 vueltas a lo largo del anillo de 27 kilómetros por segundo. En cada vuelta, su energía aumenta ligeramente.

Con el LHC funcionando a pleno rendimiento, al final de este proceso cada protón tendrá una energía de 7 tera-electronvoltios, o sea un billón de electronvoltios, y será 7.000 veces más pesado que cuando se encuentra en reposo.

El campo magnético necesario para mantener los haces curvados dentro del anillo es tan grande, que es necesario que por sus imanes eléctricos circule una corriente de 12.000 amperios.

Esto se consigue haciendo que la temperatura del LHC sea inferior a la del espacio sideral, de manera que sus imanes sean superconductores.

Ahora los protones ya están preparados para colisionar dentro de los detectores, y un imán los guía a lo largo del recorrido hasta hacerlos chocar.

Funcionando a pleno rendimiento, la energía total de los dos protones que colisionen en el LHC será de 14 teraelectronvoltios, lo que reproducirá estados similares a los que se dieron momentos después del Big Bang.

Las trazas de las partículas generadas en estas colisiones se analizan en ordenadores conectados a los detectores.

Se espera que el análisis de estas trazas nos ayude a entender mejor el nacimiento de nuestro Universo, su evolución, las leyes que gobiernan su comportamiento, y como evolucionará en el futuro.