

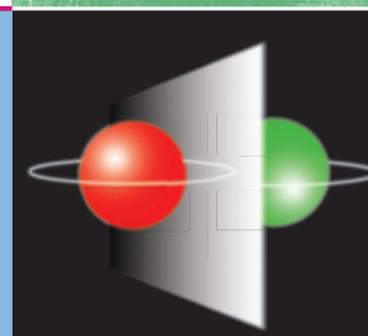
A pesar de ser grande y pesado, **el detector LHCb** es un instrumento de gran precisión basado en tecnología punta. Su tamaño es resultado del conjunto de subdetectores que lo forman, cada uno especializado en medir una característica determinada de la colisión de partículas. En conjunto, el detector dará información sobre la trayectoria, la identidad, la cantidad de movimiento y la energía de cada una de las partículas producidas en la colisión. Los subdetectores también son muy grandes, para poder hacer medidas precisas de las partículas producidas, que serán muy rápidas y energéticas.



El calorímetro hadrónico medirá la energía de las partículas. Consiste en una estructura de 500 toneladas formada por placas de hierro y plástico centelleador que se alternan y superponen como las tejas en un tejado.



El electroimán del LHCb permitirá medir la cantidad de movimiento de cada partícula. Consiste en dos bobinas de 27 toneladas cada una, montadas dentro de una estructura de hierro de 1.450 toneladas.



El detector de vértice registrará la trayectoria de las partículas muy cerca del punto de colisión, con una precisión de 10 micrómetros, para detectar las desintegraciones de las partículas que contengan quarks y antiquarks belleza.



Para identificar las partículas, el detector Cherenkov de focalización anular utilizará la luz Cherenkov, una radiación emitida por las partículas cargadas cuando se mueven en un material a velocidades superiores a la de la luz en ese material.



# LHCb

El experimento de física del quark b del Gran Colisionador de Hadrones

MUSEU DE LA CIENCIA I DE LA TECNICA DE CATALUNYA

Generalitat de Catalunya  
Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Con el apoyo de: FECYT

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

AÑO de la CIENCIA 2007

## El mundo del LHCb

Resolver el misterio de la antimateria sólo será posible gracias a la implicación de numerosos investigadores y estudiantes de todo el mundo y de una gran variedad de disciplinas. La industria sigue los desarrollos de cerca, para que las nuevas tecnologías puedan aprovecharse también en otros campos.

En el LHCb participan:

14 países

661 científicos

46 universidades y laboratorios

75 estudiantes

35 empresas



Después del Big Bang toda la materia tendría que haber sido aniquilada por su homóloga, la antimateria, constituida por partículas con la misma masa que las partículas de materia, pero con cargas de signo contrario.

Afortunadamente, la naturaleza favoreció la materia, y una fracción minúscula de ésta subsistió. Esta pequeña fracción es la que hoy constituye el Universo en que vivimos. Pero, ¿cómo ocurrió todo esto?

Ya se ha observado una pequeña diferencia entre el comportamiento de la materia y el de la antimateria, pero no es suficiente para explicar el exceso de materia del Universo primitivo.

¿Puede ser que esta diferencia entre materia y antimateria sea sólo la punta del iceberg de una nueva física aún por descubrir?

El experimento **LHCb** se ha diseñado para resolver este misterio.

CERN  
Organización Europea para la Investigación Nuclear  
CH-1211 Ginebra, Suiza

Grupo de Comunicación, Marzo 2008  
Traducción: Universitat de Barcelona, Dept. de ECM  
CERN-Brochure-2008-005-Esp

## El triunfo de la materia

El Universo nació hace unos 13.700 millones de años. En sus orígenes era como una sopa de energía y partículas extremadamente caliente, densa y homogénea. La energía se transformaba en partículas de materia y antimateria, y cuando las partículas de materia chocaban con las de antimateria, se aniquilaban entre sí, convirtiéndose de nuevo en energía. Durante un breve periodo de tiempo existió un equilibrio perfecto entre la materia y la antimateria. Sin embargo, a medida que el Universo se fue expandiendo y enfriando, su composición experimentó una serie de cambios radicales.

### Big Bang

Poco después de que el Universo naciera, las partículas y las antipartículas adquirieron sus masas características, y la materia se diferenció de la antimateria: apareció una asimetría entre ambas.

#### 0.0000000001 s

Una centésima de milmillonésima de segundo después del Big Bang, la cantidad de materia del Universo ya superaba la de antimateria, pero sólo en una partícula por cada mil millones. Por entonces, el Universo era un plasma opaco constituido por partículas de materia y de antimateria (los quarks y los anti-quarks), partículas portadoras de fuerza (los bosones) y energía transportada por fotones.

#### 0.0001 s

Cuando el Universo se hubo enfriado un poco este plasma se condensó y se formaron hadrones, un tipo de partículas que incluye los protones y los neutrones. Las partículas de materia y de antimateria continuaban aniquilándose entre sí, liberando energía en forma de fotones, pero el descenso de la temperatura hizo que dejaran de crearse nuevas partículas. Después de este periodo, en el Universo quedaron mil millones de fotones por cada protón que subsistió.

#### 1 minuto

El Universo tardó poco más de un minuto en enfriarse lo suficiente como para que los protones y los neutrones pudieran fusionarse, formando los primeros núcleos atómicos.

#### 380.000 años

Cuando la temperatura del Universo hubo bajado hasta unos pocos miles de grados, los núcleos atómicos pudieron capturar electrones, formando así átomos. El Universo se convirtió en transparente. La radiación que había en ese periodo todavía puede detectarse: es un vestigio del Big Bang, llamado radiación cósmica de fondo.

#### 500 millones de años

Nacieron las primeras estrellas, que se encendieron como farolillos en un Universo que, sin ellas, sería totalmente oscuro. También se formaron las galaxias y el Universo continuaba en expansión.

#### 14.000 millones de años

La temperatura actual del Universo es de tan sólo 2,7 K, y observamos que está formado únicamente de materia. Toda búsqueda de objetos celestes compuestos de antimateria ha fracasado.



## La antimateria, materia de reflexión

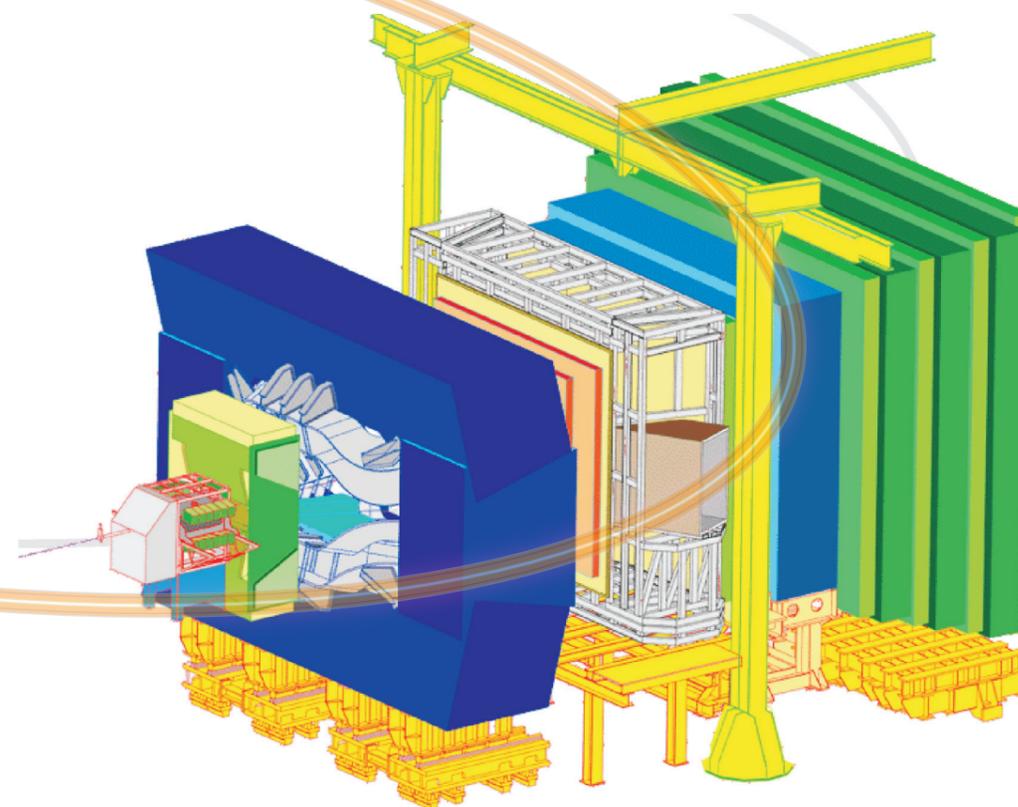
La antimateria es mucho más que un tema de ciencia ficción. Puede crearse y estudiarse fácilmente en un laboratorio si se dispone de energía o de temperaturas suficientemente altas. Un colisionador de partículas como el Gran Colisionador de Hadrones (LHC, de sus siglas en inglés) es, entre otras cosas, una fábrica de antimateria.

La antimateria es homóloga a la materia, como su imagen especular. Uno no se daría cuenta de si un objeto está hecho de antimateria, a no ser que entrase en contacto con materia. En este caso, materia y antimateria se aniquilarían entre ellas y sólo quedaría energía.

En el año 1966 el físico ruso Andrei Sakharov postuló tres condiciones necesarias para que la materia pudiera predominar en el Universo. Una de ellas es que debe existir una diferencia medible entre la materia y la antimateria: la imagen especular no puede ser perfecta. Observaciones hechas en ciertas colisiones de partículas han mostrado que, efectivamente, la simetría especular es imperfecta en aproximadamente una de cada mil colisiones. Sin embargo, sabemos por otras observaciones que este grado de asimetría no basta para explicar la ausencia de antimateria en el Universo actual.

Parece que para explicar esta asimetría necesitamos una nueva física, que podría revelarse dentro de los colisionadores de partículas logrando colisiones más energéticas. Se trata de recrear las condiciones que se dieron hace unos 13.700 años, cuando se crearon, por parejas, los quarks y los antiquarks.

El LHC acelerará partículas a las energías más altas jamás producidas en un laboratorio. El detector LHCb registrará las colisiones entre estas partículas, que recrearán las condiciones del Universo cuando su edad era de sólo una centésima de milmillonésima de segundo.



En concreto, en el LHCb se estudiará la asimetría existente entre quarks y antiquarks del tipo llamado "belleza". Las parejas de quarks y antiquarks belleza creadas en las colisiones se moverán en trayectorias próximas a la línea de colisión. El detector LHCb consiste en una serie de subdetectores montados cerca del acelerador, uno tras otro, a lo largo de 20 metros. En total, el detector pesa 4.500 toneladas.

El LHCb registrará unos diez mil millones de parejas de quarks y antiquarks belleza al año con extrema precisión. Su objetivo es estudiar a fondo su asimetría, para así ayudar a explicar por qué la naturaleza prefiere la materia a la antimateria.

## Big Bang

