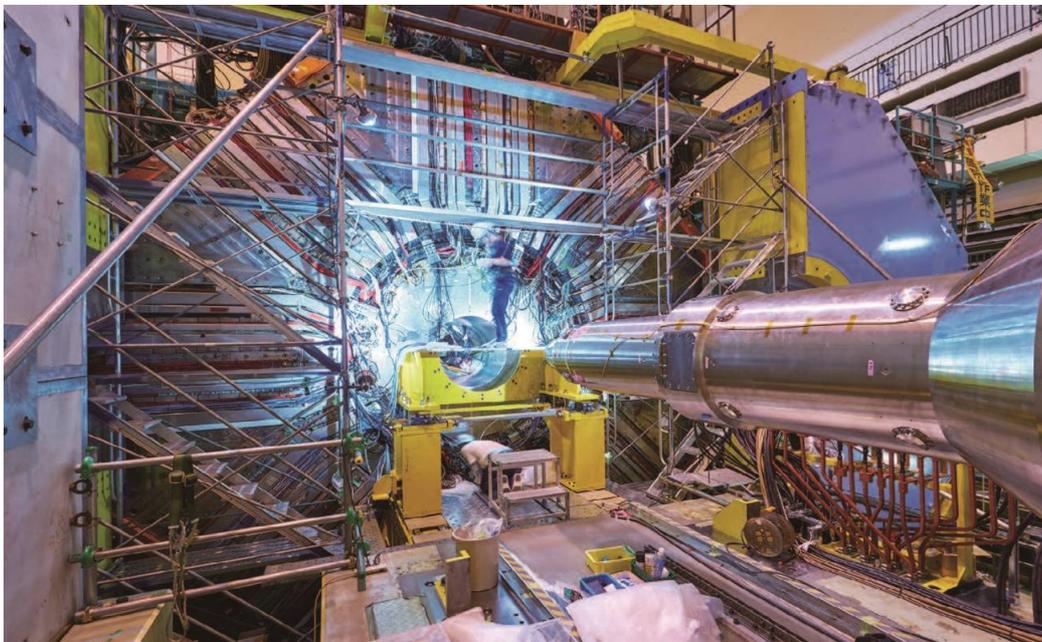


## Primeras colisiones de partículas en el acelerador japonés SuperKEKB

Con choques entre electrones y antielectrones esta semana ha arrancado en Japón la máquina que aspira a batir el récord de colisiones entre partículas por segundo. Centros de investigación españoles participan en este gran experimento que trata de resolver el misterio de por qué la materia triunfó sobre la antimateria en el universo.

SINC

27/4/2018 09:39 CEST



Instalación del detector Belle II dentro del acelerador SuperKEKB. / KEK/N.Toge

Los electrones y sus antipartículas, los positrones (o antielectrones), acelerados y almacenados por el acelerador SuperKEKB han colisionado por primera vez este 26 de abril a las 00:38 horas en Tsukuba (Japón).

El detector Belle II, situado en el punto donde se producen las colisiones, registró la aniquilación que se produce entre los haces de electrones y positrones, y que produce otras partículas incluyendo parejas de quarks y antiquarks beauty ('belleza' o b), uno de los más pesados.

---

Se ha registrado la aniquilación entre haces de

electrones y positrones, que produce partículas como quarks y antiquarks

Son las primeras colisiones que se registran en el acelerador de la Organización para la Investigación en Física de Altas Energías con Aceleradores (KEK) de Japón desde que la máquina anterior (KEKB) finalizase sus operaciones en 2010.

El detector Belle II ha sido diseñado y construido por una colaboración internacional de más de 750 investigadores de 25 países, entre ellos España. Comparado con su predecesor (Belle), el nuevo detector ha mejorado enormemente su capacidad, y puede detectar y reconstruir eventos a una velocidad mucho mayor, ya que SuperKEKB tendrá 40 veces más luminosidad (medida del número de colisiones).

Los científicos esperan obtener 50.000 millones de eventos de colisiones entre mesones B y anti-B (partículas compuestas por un quark y un antiquark b), 50 veces más que el total de datos obtenido en el anterior proyecto KEKB/Belle que funcionó durante 10 años.

SuperKEKB y el detector Belle II están diseñados para buscar 'nueva física' más allá del modelo estándar, la teoría que describe las partículas elementales que componen la materia visible del universo y sus interacciones. Para ello miden desintegraciones inusuales de partículas elementales como el quark beauty, el quark charm ('encantado') o los leptones tau, partícula emparentada con el electrón.

### **¿Por qué domina la materia sobre la antimateria en el universo?**

Belle II abordará la búsqueda de evidencias de la existencia de nuevas partículas que podrían explicar por qué el universo está dominado por la materia y no por la antimateria, cuando debieron producirse en iguales cantidades tras el Big Bang, y responder otras cuestiones fundamentales para el conocimiento del cosmos.

El acelerador SuperKEKB comenzó a funcionar en marzo con un anillo para 'amortiguar' los positrones, un complejo sistema de imanes

superconductores que focalizan los haces y con el nuevo detector Belle II situado en el punto donde interactúan los haces de electrones y positrones.



Acelerador SuperKEKB. / KEK

El primer haz de electrones fue almacenado en el anillo principal de alta energía del acelerador el 21 de marzo, y el de positrones se almacenó en el anillo de baja energía el 31. Desde entonces se ha llevado a cabo el proceso de ajuste para que los dos haces choquen en el centro del detector Belle II, hecho que acaba de producirse y que marca el punto de salida para la toma de datos.

### **Romper el récord de colisiones por segundo: la luminosidad**

A diferencia del gran colisionador de hadrones (LHC) del CERN cerca de Ginebra (Suiza), el mayor y más potente acelerador de protones del mundo, SuperKEKB está diseñado para ser el acelerador con mayor luminosidad, una medida del número de colisiones potenciales en un acelerador por unidad de superficie en un periodo de tiempo.

---

SuperKEKB lidera lo que se llama 'frontera de la luminosidad', y espera batir el récord de luminosidad

logrado por su antecesor KEKB en 2009

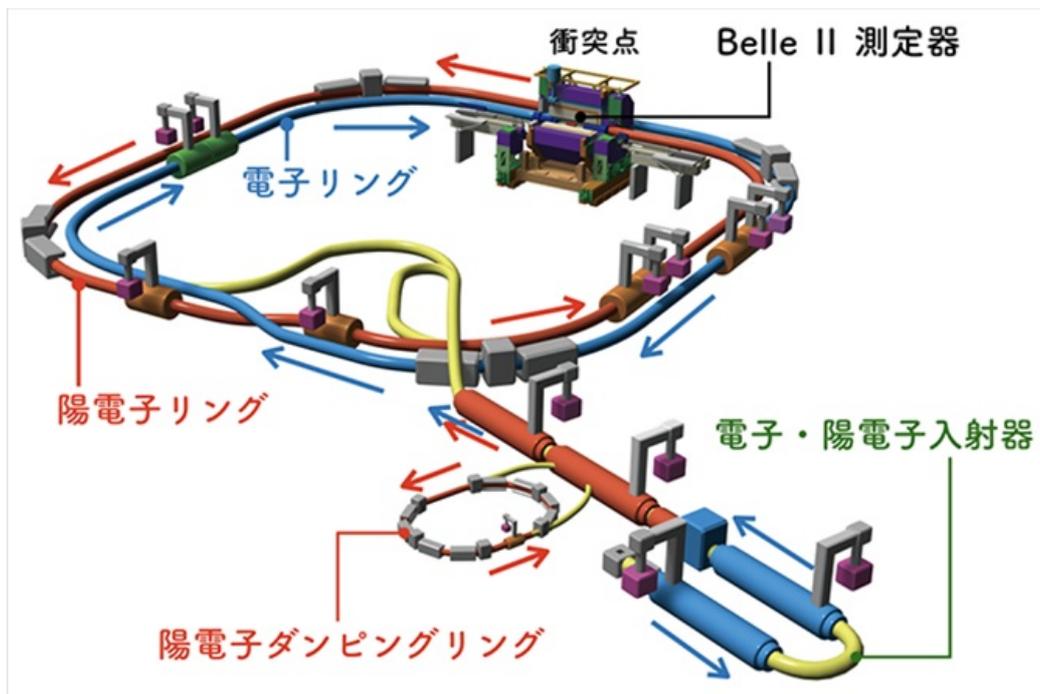
Así, SuperKEKB lidera lo que se llama ‘frontera de la luminosidad’, y espera batir el récord de luminosidad logrado por su antecesor KEKB en 2009.

Para Masanori Yamauchi, director de KEK, “es un gran placer confirmar las primeras colisiones en el acelerador SuperKEKB, y celebrar el arranque del experimento Belle II tras más de 7 años de mejoras. Estoy deseando ver cómo los resultados de Belle II nos ayudan a entender la naturaleza del Universo, y damos las gracias a todos los que han apoyado este proyecto. Aunque aparezcan dificultades hasta que SuperKEKB alcance la luminosidad planeada, 40 veces mayor que el récord de KEKB, nos esforzaremos para alcanzar el éxito en colaboración con investigadores de todo el mundo”.

Por su parte, Tom Browder, profesor de la Universidad of Hawái (EE UU) y portavoz de Belle II, declaró que “tras más de 7 años de construcción y preparación por parte de muchos investigadores, ingenieros y estudiantes dedicados y con talento, el experimento Belle II ha comenzado. Es un momento realmente gratificante para nosotros en esta colaboración internacional. Ahora esperamos ansiosos el inicio del programa de investigación de la primera súper-factoría de mesones B con electrones y positrones”.

Carlos Mariñas, doctor por el Instituto de Física Corpuscular (IFIC, centro mixto CSIC-Universidad de Valencia) y actualmente en la Universidad de Bonn como coordinador adjunto del funcionamiento de Belle II, asegura: “Detectar las primeras colisiones es un gran logro de los equipos involucrados en el proceso de puesta a punto de los haces durante los pasados meses”.

“La gran experiencia de los físicos de aceleradores japoneses nos ha llevado a este punto en muy poco tiempo –añade–, permitiéndonos encender progresivamente Belle II sin riesgo para el experimento. Ahora está en manos de los físicos que trabajan en el detector sacar lo mejor del potencial de descubrimiento que esta excepcional máquina pone a nuestro alcance, y estamos dispuestos a aceptar el reto”.



SuperKEKB es un acelerador de partículas de 3 km de circunferencia situado en Tsukuba (Japón). / KEK

## Participación española

El Instituto de Física Corpuscular (IFIC, centro mixto CSIC-Universitat de València), el Instituto de Física de Cantabria (IFCA, centro mixto CSIC-Universidad de Cantabria) y el Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA), participan en el diseño, construcción, instalación y operación de DEPFET, un nuevo detector para el experimento Belle II.

Los detectores basados en la tecnología DEPFET se ubican en el punto más cercano a las colisiones de Belle II para reconstruir el origen de las partículas con gran precisión. Están compuestos por una única pieza de silicio que integra el sensor y el soporte mecánico, a la que se sueldan los chips de lectura. El resultado es un detector de píxeles que, por su extrema delgadez (75 micras en la zona activa), reduce el material que altera la trayectoria de las partículas cargadas generadas en las colisiones. Esto, junto al reducido tamaño de sus píxeles, hace que pueda reconstruir el origen de las partículas con una precisión de 10 micras.

El IFIC de Valencia participa desde hace más de una década en el desarrollo de DEPFET, coordinando primero las pruebas con haces de partículas y luego la estrategia de refrigeración del detector, resultado de la tesis doctoral de Carlos Mariñas, actualmente en la Universidad de Bonn y uno de los responsables de la operación de Belle II. Además, el IFIC ha diseñado y producido la electrónica para comprobar el correcto funcionamiento de los diferentes módulos de DEPFET una vez ensamblados en Belle II.

Por su parte, el IFCA de Santander desarrolló el sistema de monitorización ambiental de la temperatura y humedad para la parte pixelada del detector de vértices (PXD) basado en sensores de fibra óptica tipo FBG. Es la primera vez que se emplea este tipo de tecnología óptica en un detector de vértices. Los investigadores e ingenieros del IFCA llevaron a cabo con éxito desarrollos específicos para mejorar la tolerancia a las radiaciones ionizantes de esta tecnología. Estas actividades se realizaron en colaboración con el departamento de materiales compuesto del Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (INTA).

Por su parte, ITAINNOVA ha colaborado durante 6 años en el experimento Belle II. Su trabajo se centra en el control del ruido electromagnético (EMC), que permite asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos del experimento. El equipo de este instituto ha llevado a cabo esta labor para Belle II y específicamente para dos de sus detectores: DEPFET y el detector de vértice de silicio (SVD). Para ello se realizó por vez primera en el centro la medida de los niveles de susceptibilidad de un detector de pixeles en una cámara semi-anecoica (que apantalla las ondas electromagnéticas).

Las actividades de ITAINNOVA en Belle II se han desarrollado a través de varias colaboraciones con el Instituto Max Planck de Física de Múnich, el Instituto de Física de Altas Energías de Viena (HEPHY) y a través del proyecto europeo AIDA2020 (Infraestructuras Avanzadas para Aceleradores y Detectores, por sus siglas en inglés), en el que ITAINNOVA participa como responsable de uno de los paquetes de trabajo centrado en aspectos de ruido electromagnético para

detectores.

## El acelerador SuperKEKB en cinco puntos

1. Es un acelerador de partículas de 3 kilómetros de circunferencia ubicado en las instalaciones de la Organización para la Investigación en Física de Altas Energías con Aceleradores (KEK) en Tsukuba, en la prefectura de Ibaraki (costa este de Japón).
2. Consta de dos anillos: uno para un haz de electrones de alta energía (7 gigaelectronvoltios) llamado HER, y otro para un haz de positrones (la antipartícula del electrón) de baja energía (4 gigaelectronvoltios), llamado LER. Para comparar, los haces de protones del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) del CERN se aceleran a energías de 7 teraelectronvoltios.
3. Estos haces colisionan a una energía total de 10,57 GeV/c<sup>2</sup>. Como expresa la famosa ecuación de Einstein, la energía se convierte en

masa produciendo nuevas partículas distintas a los electrones y positrones que chocaron entre sí. En el LHC, las colisiones se producen a una energía de 13 teraelectronvoltios.

4. SuperKEKB es una 'factoría de Bs', un acelerador especializado en producir mesones B, partículas compuestas por quarks y antiquarks. Este tipo de partículas se utiliza en 'física del sabor', para conocer la formación de las familias de partículas que existen, y para estudiar las diferencias que existen entre materia y antimateria, la llamada 'simetría CP'. Uno de los científicos de KEK, Makoto Kobayashi, fue uno de los ganadores del [Nobel de Física en 2008](#) por sus estudios sobre la ruptura de esta simetría.

5. En SuperKEKB se espera alcanzar la mayor luminosidad obtenida en un acelerador de partículas. La luminosidad es una medida del número de colisiones por unidad de tiempo. El objetivo de SuperKEKB es  $8 \times 10^{35} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , que se obtendría a partir del año 2022. Su antecesor, KEKB ostenta aún el récord de luminosidad con  $2,11 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (junio de 2009). El LHC alcanzó a finales de 2017 una luminosidad de  $2,06 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , aunque prepara una mejora a partir de 2025, el LHC de Alta Luminosidad ([High Luminosity LHC](#)).

## Y otros cinco puntos sobre el experimento Belle II

1. El experimento Belle II se ubica en una de las cuatro zonas experimentales del acelerador SuperKEKB. Tiene 10 metros de alto y 10 de ancho, y un peso de 1.500 toneladas. En su interior chocan los paquetes de electrones y positrones acelerados por SuperKEKB. Varios subdetectores se sitúan alrededor del tubo donde se producen las colisiones para identificar las partículas resultantes.

2. Los detectores más cercanos a las colisiones son el detector de vértices (SVD) y el detector de píxeles de silicio (PXD), que se sirven para reconstruir el origen y trayectoria de los mesones B, que se desintegran en picosegundos (una billonésima parte de segundo). Son por tanto, dispositivos extremadamente precisos y rápidos.

3. Para identificar el tipo de partículas producido en las colisiones se usan otros detectores como TOP y ARICH, que miden la luz emitida por partículas cargadas. Otros dispositivos, llamados 'calorímetros electromagnéticos', miden la energía depositada por partículas que interactúan electromagnéticamente (electrones, positrones y fotones). Toda esta información se recopila en nanosegundos y, mediante un software de adquisición de datos, se seleccionan los eventos potencialmente más interesantes para su posterior análisis. Se espera que Belle II genere decenas de petabytes de datos cada año, que se almacenarán mediante tecnologías GRID, como el LHC, y Cloud.

4. El principal objetivo científico de Belle II es estudiar las diferencias entre materia y antimateria. En el origen del Universo se debieron crear idénticas cantidades de ambas (la antimateria es una réplica de la materia con carga opuesta), pero todo lo que vemos ahora está hecho de materia... Averiguar por qué la naturaleza prefirió una sobre la otra es uno de los grandes retos científicos actuales.

5. El experimento Belle II es una colaboración científica internacional compuesta por más de 500 investigadores y técnicos de 97 instituciones de 23 países, incluida España. Por parte española participan el Instituto de Física Corpuscular (IFIC, centro mixto CSIC-Universitat de València), el Instituto de Física de Cantabria (IFCA, centro mixto CSIC-Universidad de Cantabria) y el Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA).

Copyright: **Creative Commons**

TAGS

ACELERADOR | PARTÍCULAS | SUPERKEKB | ELECTRÓN | POSITRÓN |  
QUARKS |

**Creative Commons 4.0**

You can copy, distribute and transform the contents of SINC. [Read the conditions of our license](#)

