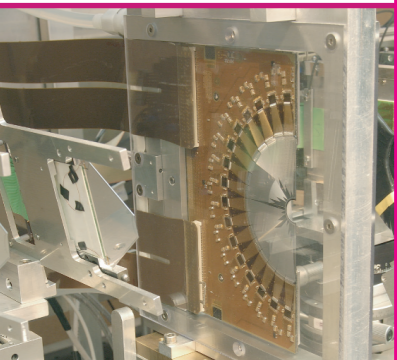
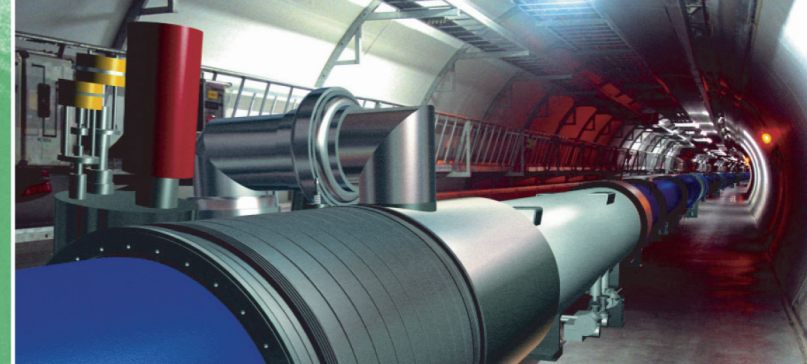


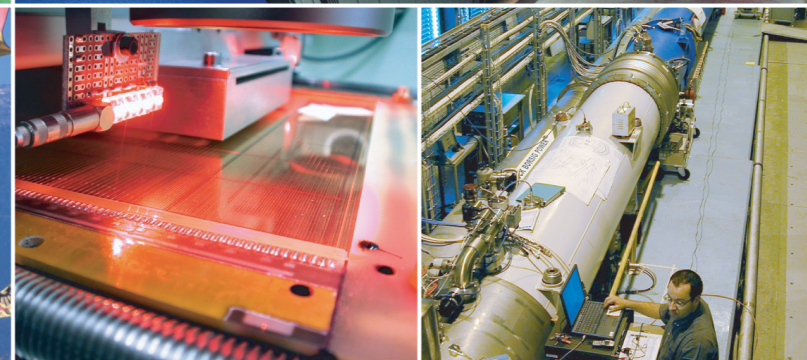
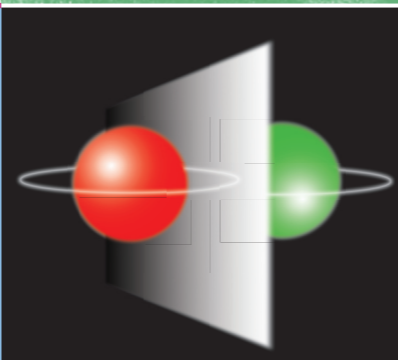
Tot i ser molt gran i pesar molt, **el detector LHCb** és un instrument d'alta precisió basat en tecnologia punta. La seva grandària es deu al fet d'estar format per una successió de subdetectors de diferents classes, cadascun dels quals està especialitzat a mesurar una característica determinada de la col·lisió de partícules. En conjunt, el detector donarà informació sobre la identitat, la trajectòria, la quantitat de moviment i l'energia de les partícules produïdes en les col·lisions. Cadascun dels subdetectors ha de ser també molt gran, per tal d'efectuar mesures precises de les partícules produïdes, que són molt ràpides i energètiques.



El calorímetre hadrònic mesurarà l'energia de les partícules. Es tracta d'una estructura de 500 tones formada per plaques de ferro i plaques de plàstic centellejador, que s'alternen i superposen com les teules d'una teulada.



L'electroimant de l'LHCb permetrà mesurar la quantitat de moviment de les partícules. Consisteix en dues bobines de 27 tones cadascuna, instal·lades a dins d'una estructura d'acer de 1.450 tones.



El detector de vèrtex enregistrarà la trajectòria de les partícules molt a prop del punt de col·lisió, amb una precisió de 10 micròmetres, per tal de detectar les desintegracions de les partícules que continguin quarks i antiquarks bella.



Per identificar les partícules, el detector Txerenkov de focalització anular utilitzarà la llum Txerenkov, una radiació emesa per les partícules carregades quan es mouen en un material a velocitats superiors a la de la llum en aquest material.



# LHCb

L'experiment de física de quarks b al Gran Col·lisionador d'Hadrons



Després del Big Bang, tota la matèria hauria d'haver estat anihilada per la seva oposada, l'antimatèria, constituïda per partícules amb la mateixa massa que les partícules de matèria, però amb càrregues de signe contrari.

Afortunadament, la naturalesa va afavorir la matèria, i una fracció minúscula d'aquesta va subsistir. Aquesta petita fracció és la que avui constitueix l'Univers on vivim. Però, com va passar tot això?

Ja s'ha observat una certa diferència entre el comportament de la matèria i el de l'antimatèria, però no és suficient per explicar el petit excés de matèria a l'Univers primitiu.

Pot ser que aquesta diferència només sigui la punta de l'iceberg d'una nova física encara per descobrir?

L'experiment **LHCb** s'ha pensat per intentar resoldre aquest misteri.

## El món de l'LHCb

Resoldre el misteri de l'antimatèria només és possible gràcies a la implicació de nombrosos investigadors i estudiants d'arreu del món, que provenen de diferents disciplines. La indústria segueix els desenvolupaments de prop, per tal que les últimes tecnologies aplicades en l'LHCb també puguin explotar-se en altres àrees.

### A l'LHCb hi participen

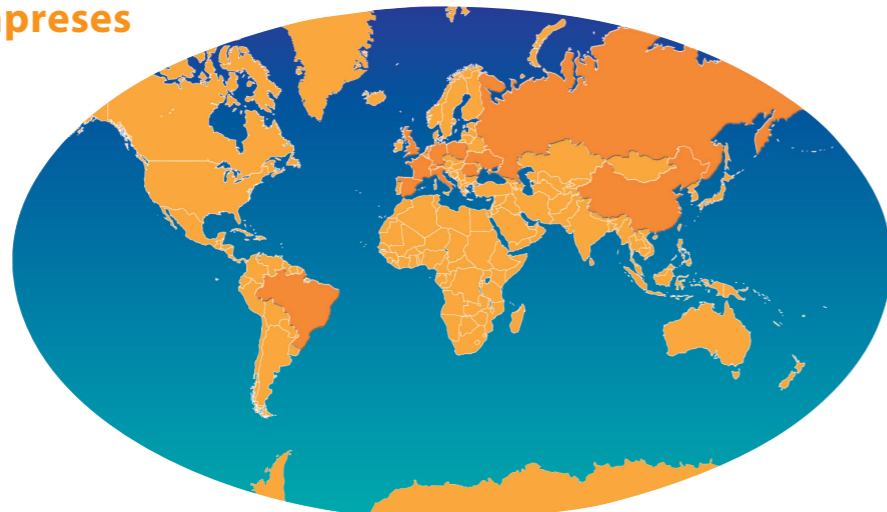
**14 estats**

**661 científics**

**46 universitats i laboratoris**

**75 estudiants**

**35 empreses**



MUSEU DE LA CIÈNCIA I DE LA TÈCNICA DE CATALUNYA

Generalitat de Catalunya  
Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Amb el suport de: FECYT

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

AÑO de la CIENCIA 2007

CERN  
Organització Europea per a la Recerca Nuclear  
CH-1211 Ginebra, Suïssa

Grup de comunicació, Març 2008  
Traducció: Universitat de Barcelona, Dept. ECM  
CERN-Brochure-2008-005-Cat

## El triomf de la matèria

L'Univers va néixer fa aproximadament 13.700 milions d'anys. En els seus orígens era com una sopa d'energia i partícules extremadament calenta, densa i homogènia. L'energia es transformava en partícules de matèria i antimatèria, i quan les partícules de matèria xocaven amb les d'antimatèria, s'anihilaven entre si, transformant-se de nou en energia. Durant un període de temps curt va existir un equilibri perfecte entre la matèria i l'antimatèria. A mesura que l'Univers es va anar expandint i refredant, però, la seva composició va experimentar canvis radicals.

## L'antimatèria, una matèria de reflexió

L'antimatèria és molt més que un tema de ciència ficció. Es pot crear i estudiar fàcilment en un laboratori, sempre que es disposi de prou energia o de temperatures suficientment elevades. Un col·lisionador de partícules com el Gran Col·lisionador d'Hadrons (LHC, de les seves sigles en anglès) és, entre d'altres coses, una fàbrica d'antimatèria.

L'antimatèria és simètrica a la matèria, és com la seva imatge especular. No es podria saber si un objecte és fet d'antimatèria a no ser que entrés en contacte amb matèria. En aquest cas, les dues s'anihilarien, i només en sortiria energia.

El 1966, el físic rus Andrei Sakharov va postular que perquè la matèria pugui predominar a l'Univers, la naturalesa ha de complir tres condicions, una de les quals és que ha d'existir alguna diferència mesurable entre la matèria i l'antimatèria. En altres paraules: la imatge especular no pot ser perfecta. Observacions fetes en certes col·lisions de partícules han mostrat que, efectivament, la simetria especular és imperfecta en aproximadament una de cada mil col·lisions. Altres observacions, però, mostren que aquest grau d'asimetria no és suficient per explicar l'absència d'antimatèria a l'Univers actual.

Sembla doncs que per explicar de forma completa aquesta asimetria cal una nova física, que podria revelar-se dins dels col·lisionadors de partícules si s'aconsegüessin xocs a més alta energia. Així es podrien recrear les condicions que van existir fa 13.700 milions d'anys, quan van produir-se per parelles els quarks i els anti-quarks.

L'LHC accelerarà partícules a les més altes energies que mai s'hagin aconseguit en un laboratori. El detector LHCb enregistrarà els xocs que es donin entre aquestes partícules, que recrearan les condicions de l'Univers quan la seva edat era de només una centèsima de mil·lionèsima de segon.

## Big Bang

### Big Bang

Poc després de néixer l'Univers, les partícules van adquirir les seves masses característiques, i la matèria es va diferenciar de l'antimatèria: va aparèixer una asimetria entre ambdues.



### 0.0000000001 s

Una centèsima de mil·lionèsima de segon després del Big Bang, la quantitat de matèria de l'Univers ja superava la d'antimatèria, però només en una partícula per cada mil milions. En aquest moment l'Univers era un plasma opac format per partícules de matèria i d'antimatèria (els quarks i els anti-quarks), partícules portadores de força (els bosons), i energia transportada per fotons.

### 0.0001 s

Quan l'Univers es va haver refredat una mica, aquest plasma es va condensar i es van formar hadrons, un tipus de partícules que inclou els protons i els neutrons. Les partícules de matèria i d'antimatèria continuaven anihilant-se entre elles, alliberant energia en forma de fotons, però a causa de la disminució de la temperatura, ja no es formaven noves partícules. Per cada protó que va subsistir després d'aquesta fase, a l'Univers van quedar més de mil milions de fotons.

### 1 minut

Poc més d'un minut després, l'Univers ja era prou fred perquè els protons i els neutrons s'associessin i donessin lloc als primers nuclis atòmics.

### 380.000 anys

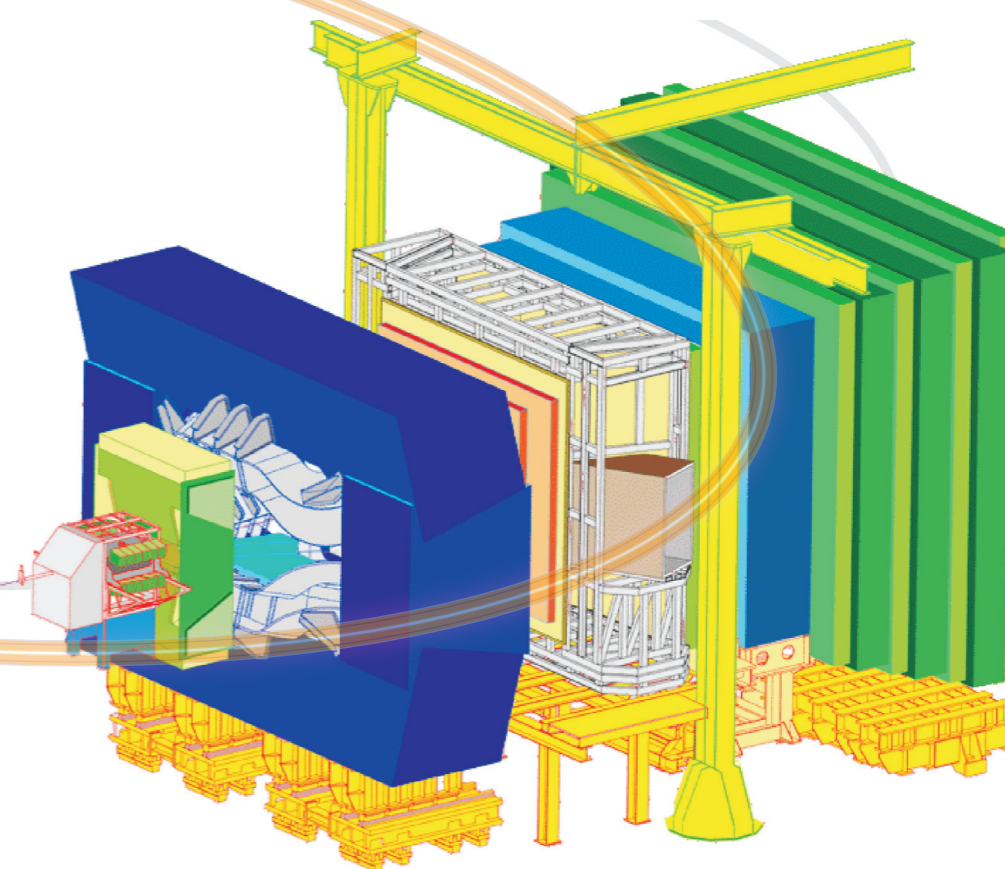
Tant bon punt la temperatura de l'Univers va haver baixat fins a uns pocs milers de graus, els nuclis atòmics van poder capturar electrons i van formar àtoms. Gràcies a això l'Univers va passar de ser opac a ser transparent. La radiació que hi havia en aquella època encara es pot detectar: és un vestigi del Big Bang que s'anomena radiació còsmica de fons.

### 500 milions d'anys

Van néixer les primeres estrelles, que s'encenien com petits fanalets en un Univers totalment fosc, i es van formar les galàxies. L'Univers continuava expandint-se.

### 14 milers de milions d'anys

Actualment la temperatura de l'Univers és de només 2,7 K, i observem que està format totalment per matèria. Tota recerca astronòmica d'objectes celestials fets d'antimatèria ha fracassat.



En concret, a l'LHCb s'estudiarà l'asimetria entre els quarks i els antiquarks del tipus anomenat "bellesa". Les parelles de quarks i antiquarks bellesa creades en les col·lisions es mouran en trajectòries pròximes a la línia de col·lisió de les partícules. El detector LHCb consisteix en una sèrie de subdetectors col·locats l'un darrere l'altre, al llarg d'una distància de 20 metres en aquesta línia de col·lisió. En total, el detector pesa 450 tones.

L'LHCb enregistrarà uns deu mil milions de parelles de quarks i antiquarks bellesa a l'any amb extremada precisió. El seu objectiu és estudiar a fons la seva asimetria, per tal d'ajudar a explicar per què la naturalesa prefereix la matèria a l'antimatèria.