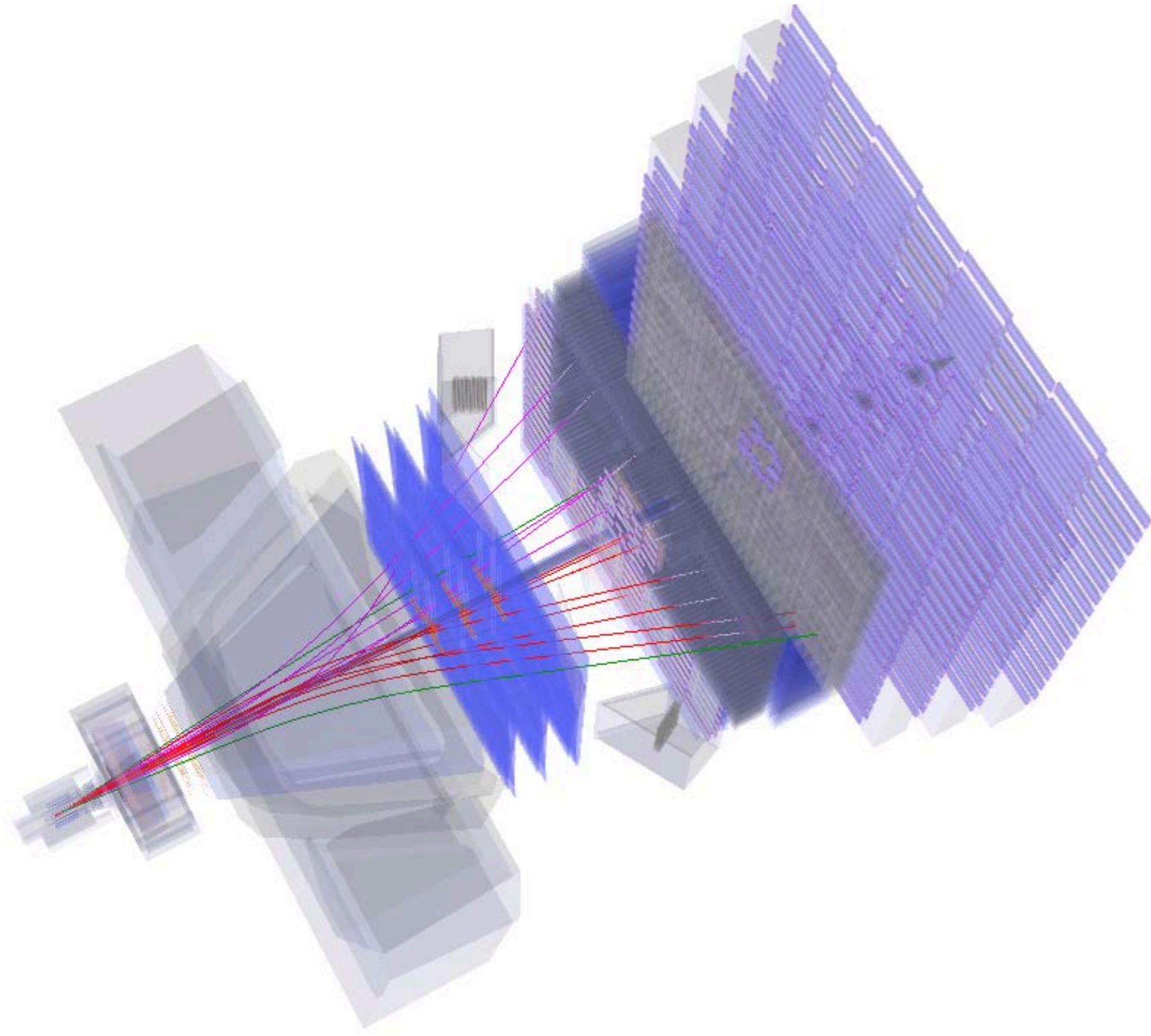


Introducción al ejercicio masterclass LHCb

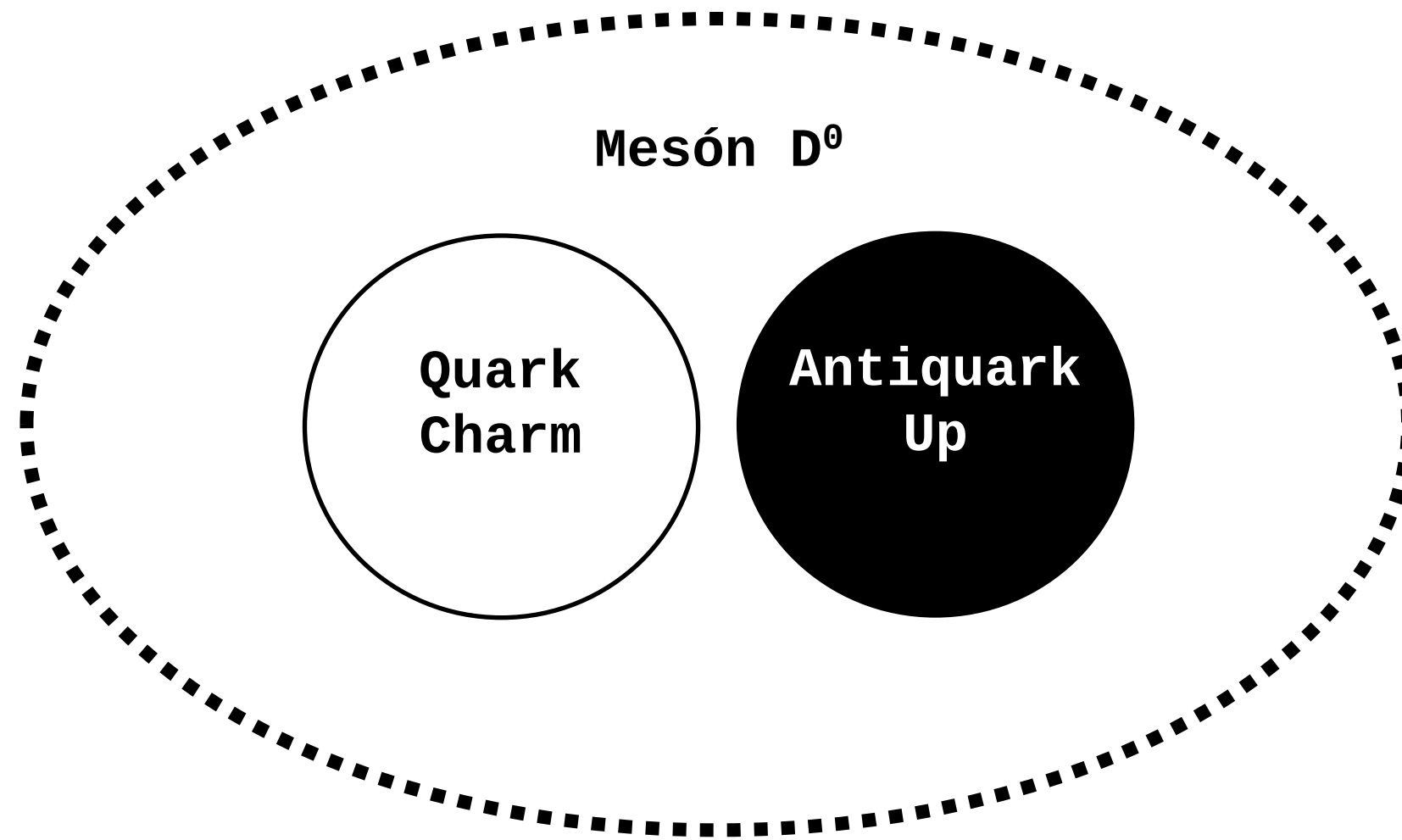


¿Qué es lo que vamos a observar y medir hoy?



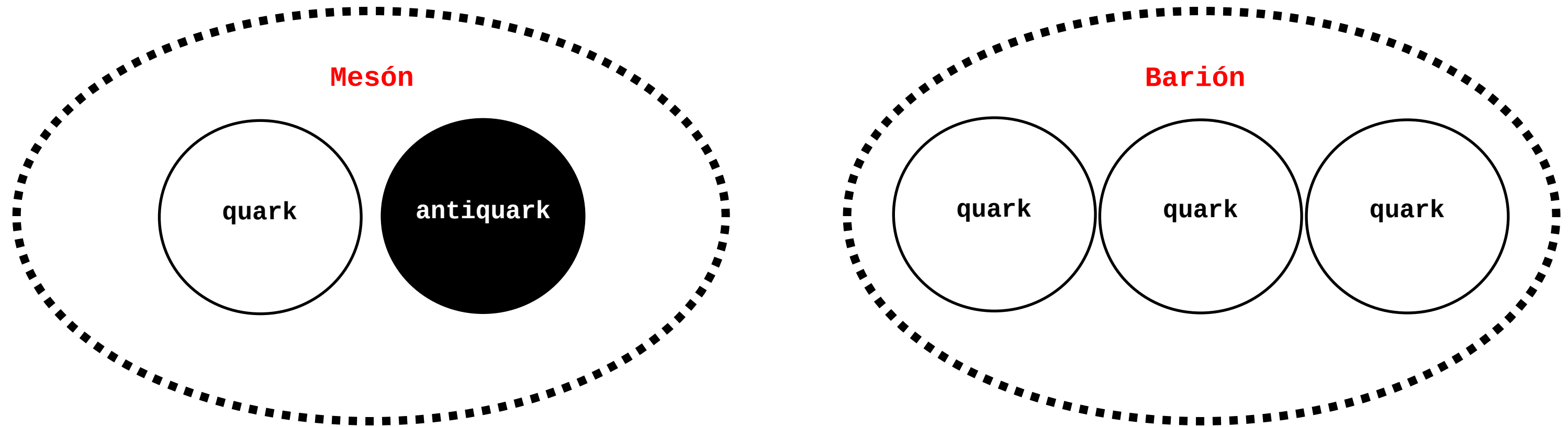
El objetivo de este ejercicio es observar un tipo de partícula que se produce y desintegra en el LHC y medir su **tiempo de vida** (vida media)

¿Qué es lo que vamos a observar y medir hoy?



El objetivo de este ejercicio es observar un tipo de partícula que se produce y desintegra en el LHC y medir su **tiempo de vida** (vida media)

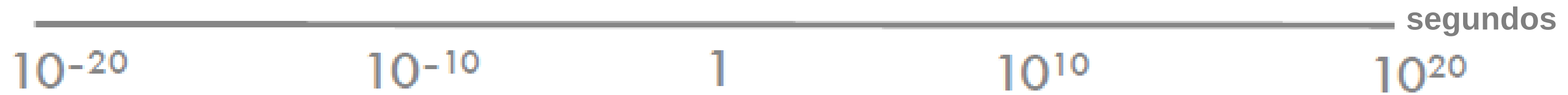
¿Qué partículas forman los quarks?



Dos tipos diferentes de combinaciones : **quark-antiquark**, o **tres (anti)quarks**.

Las **antipartículas** tienen cargas opuestas a las de sus correspondientes partículas, por lo demás interaccionan del mismo modo. La mayor parte de las partículas tienen su correspondiente antipartícula (pero en ocasiones la partícula es su propia antipartícula).

Escalas de tiempo

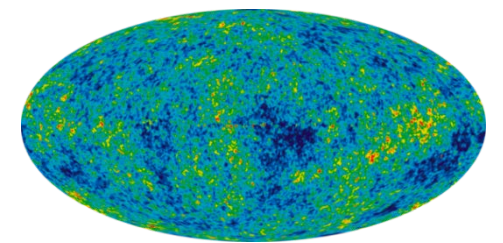


Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s

Escalas de tiempo

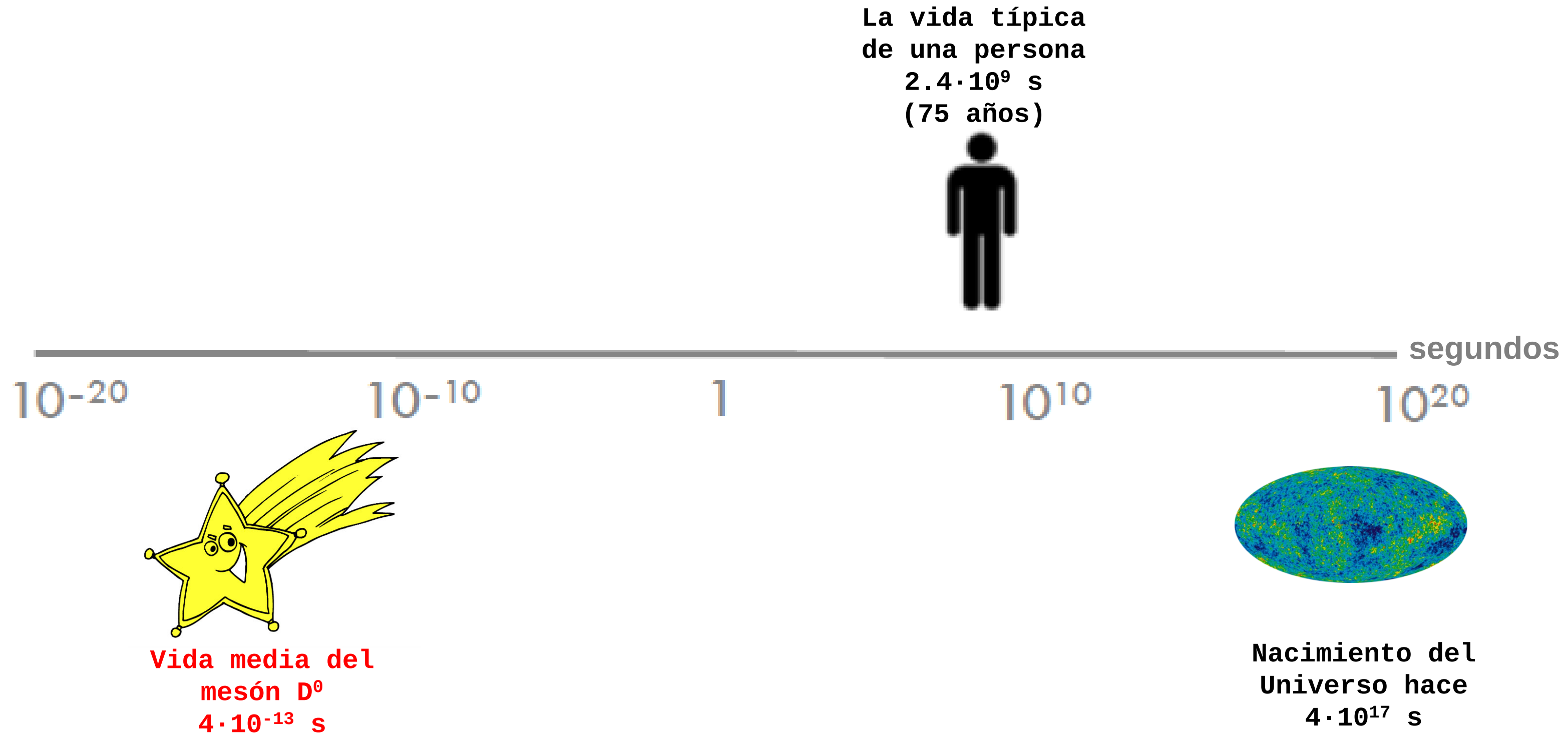


Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



Nacimiento del
Universo hace
 $4 \cdot 10^{17}$ s
(14 mil millones
de años)

Escalas de tiempo

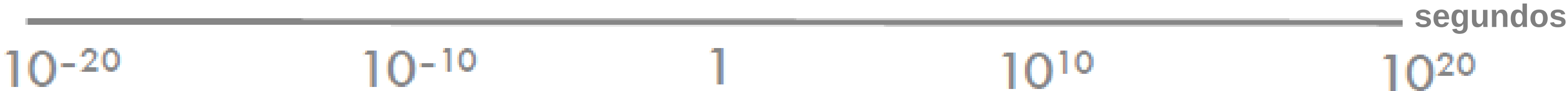
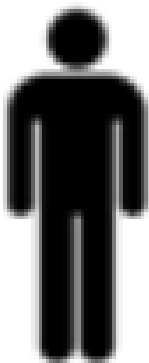


Escalas de tiempo

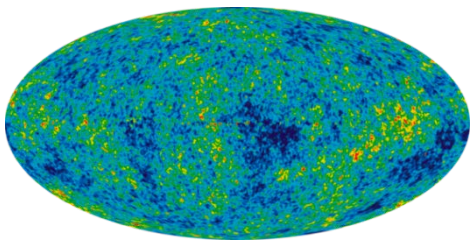
El corazón late cada 1 s



La vida típica de una persona $2.4 \cdot 10^9$ s



Vida media del mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



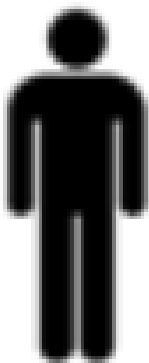
Nacimiento del Universo hace $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo

El corazón late cada 1 s



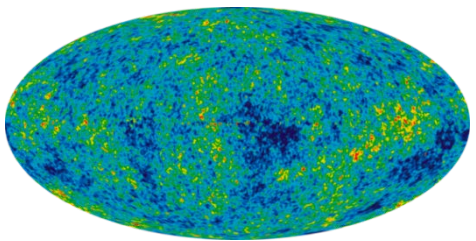
La vida típica de una persona $2.4 \cdot 10^9$ s



Extinción de los dinosaurios hace $2 \cdot 10^{15}$ s (75 millones de años)



Vida media del mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



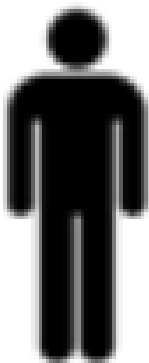
Nacimiento del Universo hace $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo

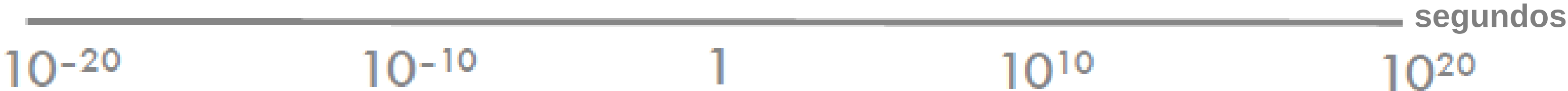
El corazón late cada 1 s



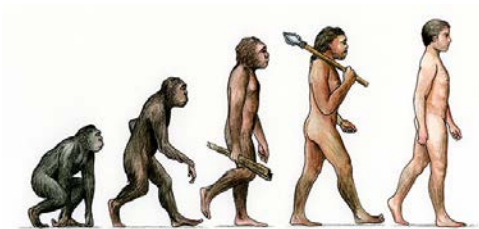
La vida típica de una persona $2.4 \cdot 10^9$ s



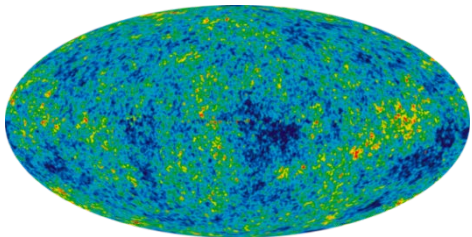
Extinción de los dinosaurios hace $2 \cdot 10^{15}$ s



Vida media del mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



Primeros homo sapiens hace $6 \cdot 10^{12}$ s
(200 mil años)



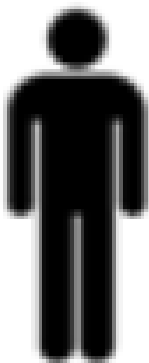
Nacimiento del Universo hace $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo

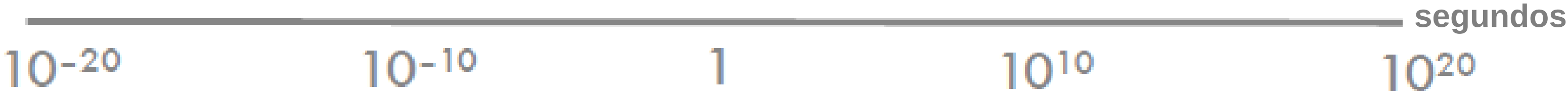
El corazón late cada 1 s



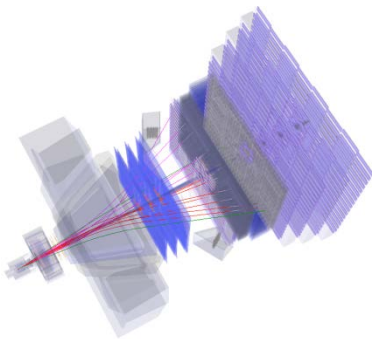
La vida típica de una persona $2.4 \cdot 10^9$ s



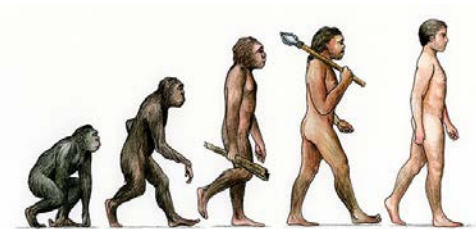
Extinción de los dinosaurios hace $2 \cdot 10^{15}$ s



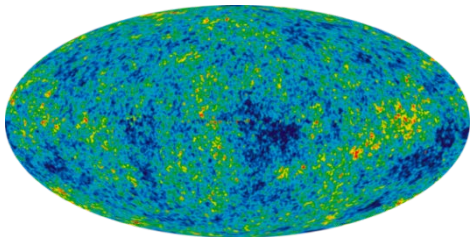
Vida media del mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



Esta charla 10^3 s
(20 min)



Primeros homo sapiens hace $6 \cdot 10^{12}$ s



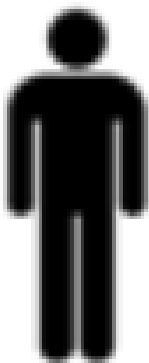
Nacimiento del Universo hace $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo

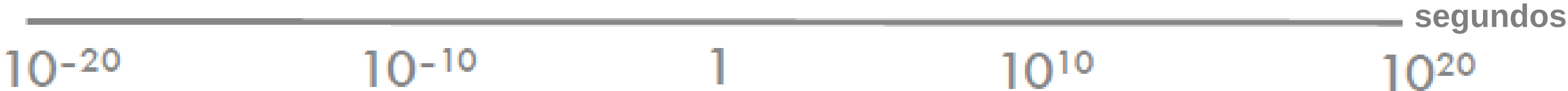
El corazón late cada 1 s



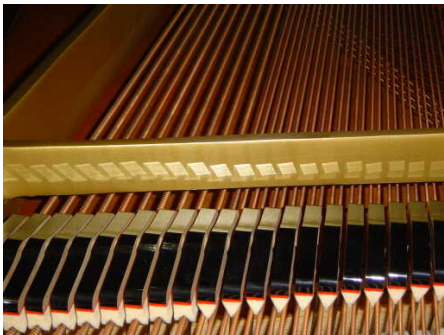
La vida típica de una persona $2.4 \cdot 10^9$ s



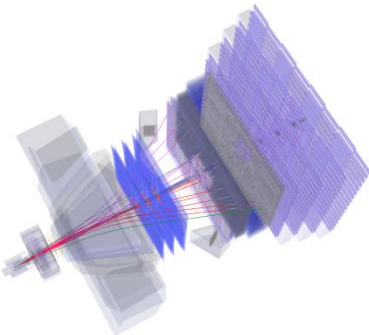
Extinción de los dinosaurios hace $2 \cdot 10^{15}$ s



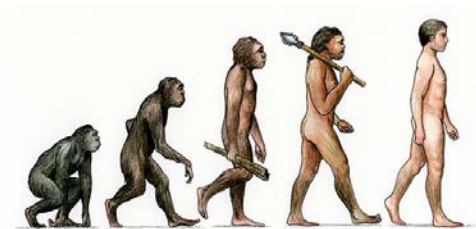
Vida media del mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



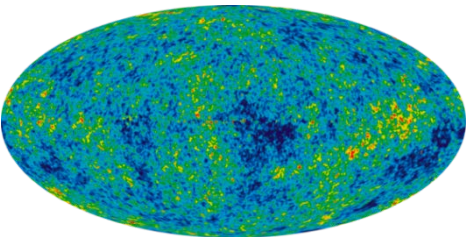
$T=1/f$ de un piano de cola
 $4 \cdot 10^{-3}$ s



Esta charla 10^3 s



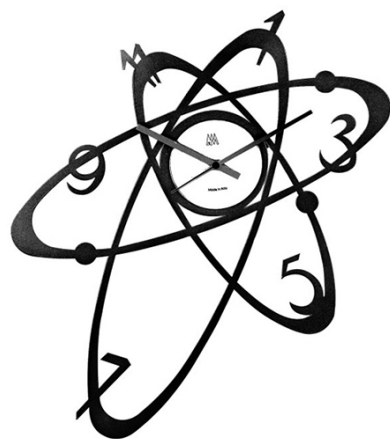
Primeros homo sapiens hace $6 \cdot 10^{12}$ s



Nacimiento del Universo hace $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo

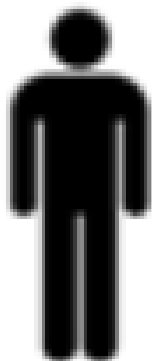
$T=1/f$ de un
reloj atómico
 10^{-10} s



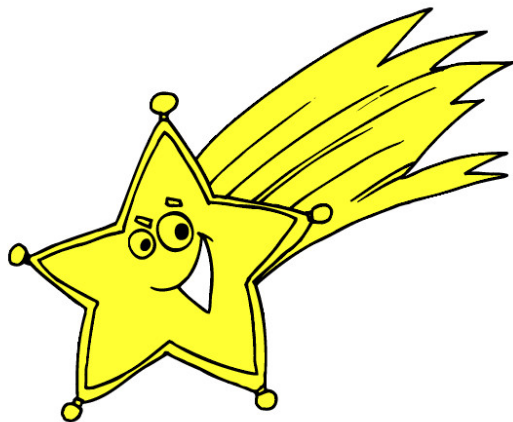
El corazón
late cada
1 s



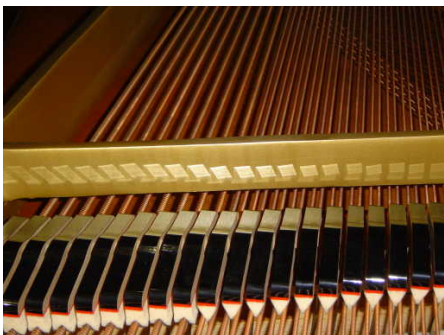
La vida típica
de una persona
 $2.4 \cdot 10^9$ s



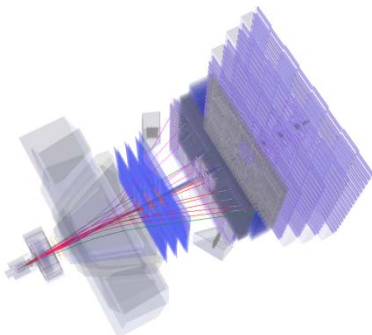
Extinción de los
dinosaurios hace
 $2 \cdot 10^{15}$ s



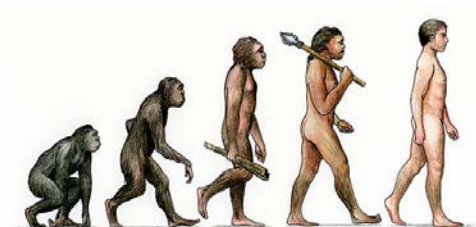
Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



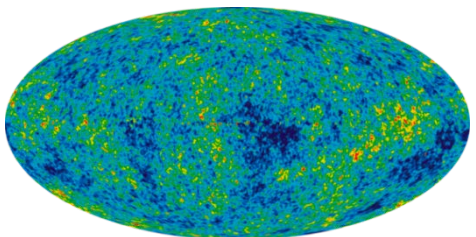
$T=1/f$ de un
piano de cola
 $4 \cdot 10^{-3}$ s



Esta charla
 10^3 s



Primeros homo
sapiens hace
 $6 \cdot 10^{12}$ s



Nacimiento del
Universo hace
 $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo

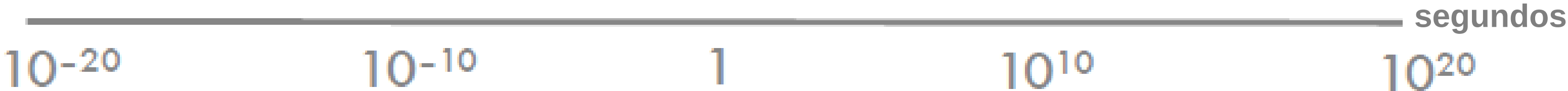
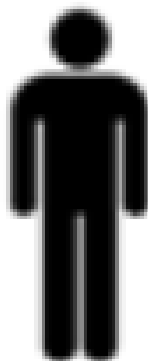
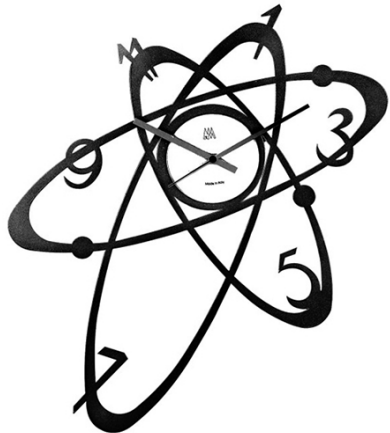
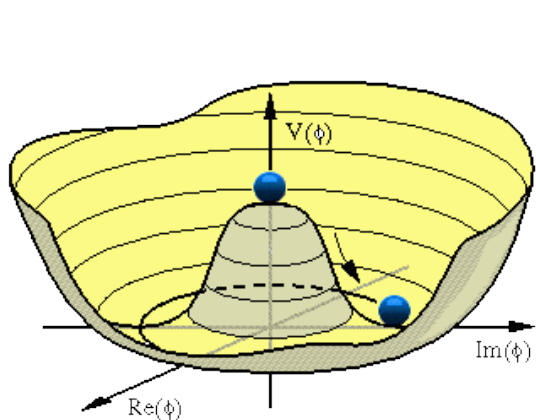
Vida media de un
bosón de Higgs
 $1.6 \cdot 10^{-22}$ s

$T=1/f$ de un
reloj atómico
 10^{-10} s

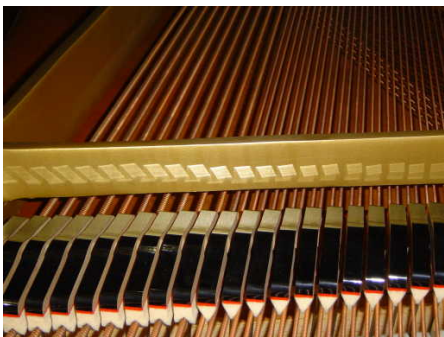
El corazón
late cada
1 s

La vida típica
de una persona
 $2.4 \cdot 10^9$ s

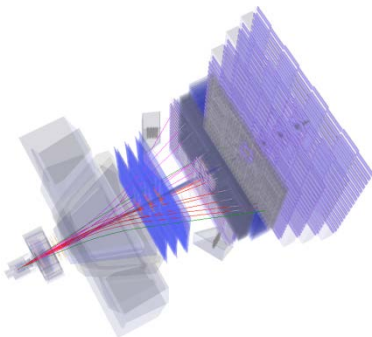
Extinción de los
dinosaurios hace
 $2 \cdot 10^{15}$ s



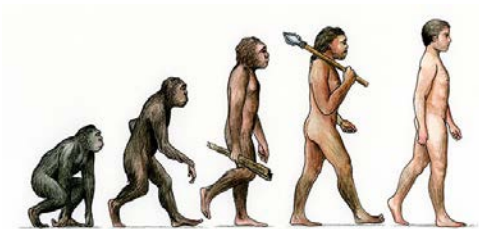
Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



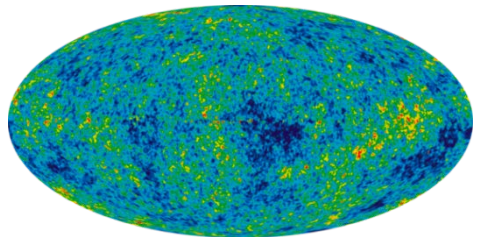
$T=1/f$ de un
piano de cola
 $4 \cdot 10^{-3}$ s



Esta charla
 10^3 s



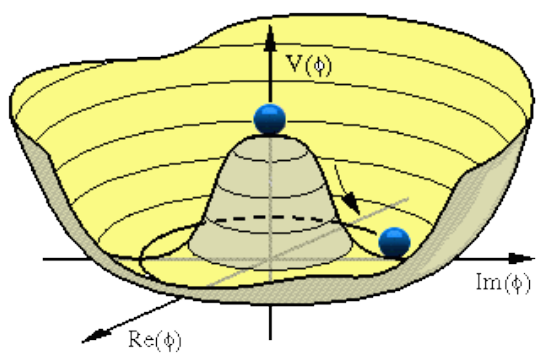
Primeros homo
sapiens hace
 $6 \cdot 10^{12}$ s



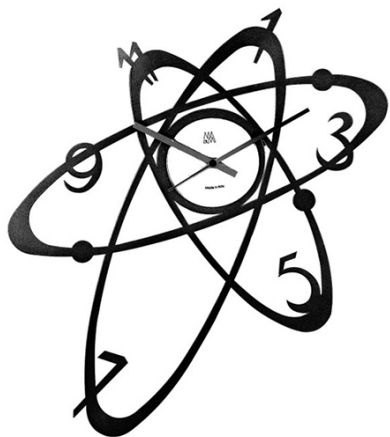
Nacimiento del
Universo hace
 $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo

Vida media de un
bosón de Higgs
 $1.6 \cdot 10^{-22}$ s



$T=1/f$ de un
reloj atómico
 10^{-10} s



El corazón
late cada
1 s

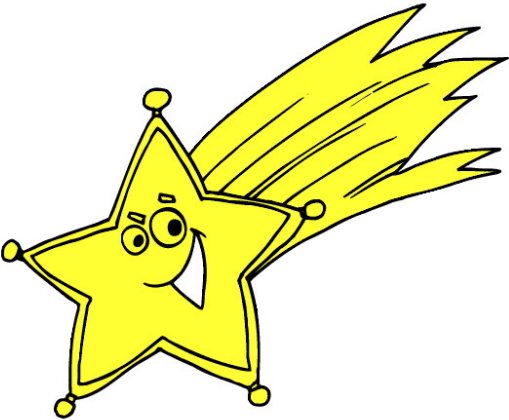


La vida típica
de una persona
 $2.4 \cdot 10^9$ s

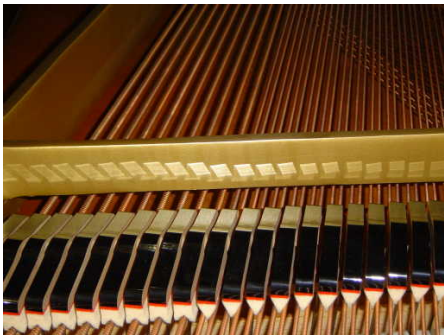
Fin de semana
 $1.7 \cdot 10^5$ s



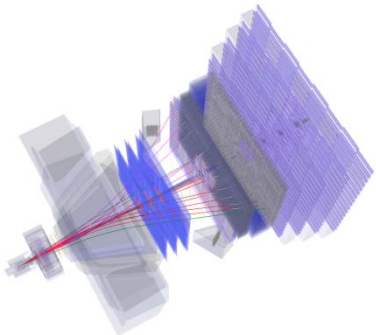
Extinción de los
dinosaurios hace
 $2 \cdot 10^{15}$ s



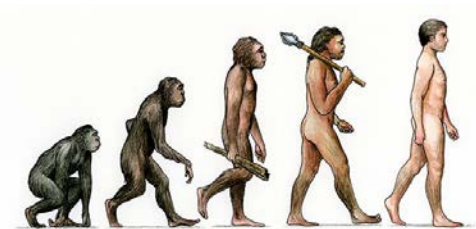
Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s



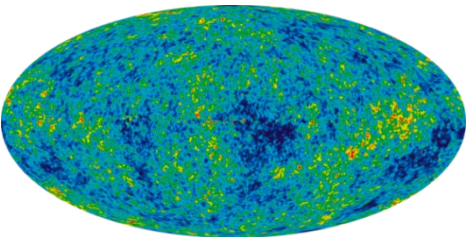
$T=1/f$ de un
piano de cola
 $4 \cdot 10^{-3}$ s



Esta charla
 10^3 s



Primeros homo
sapiens hace
 $6 \cdot 10^{12}$ s



Nacimiento del
Universo hace
 $4 \cdot 10^{17}$ s

Escalas de tiempo



Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s

El corazón
late cada
1 s



Escalas de tiempo

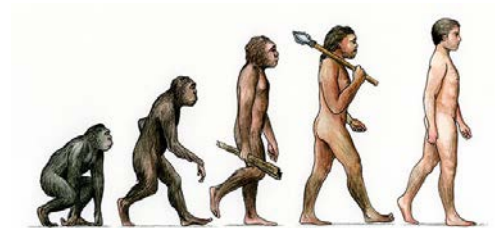


Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s

El corazón
late cada
1 s



El corazón
late cada
1 s



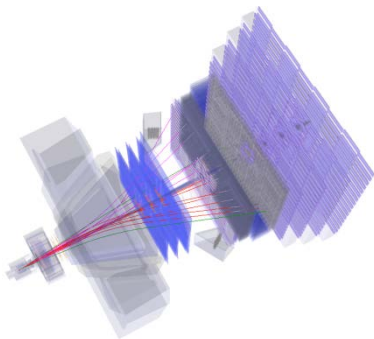
Primeros homo
sapiens hace
 $6 \cdot 10^{12}$ s

Escalas de tiempo



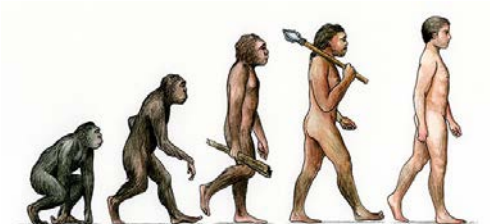
Vida media del
mesón D^0
 $4 \cdot 10^{-13}$ s

El corazón
late cada
1 s



Esta charla
 10^3 s

El corazón
late cada
1 s



Primeros homo
sapiens hace
 $6 \cdot 10^{12}$ s

Extinción de los
dinosaurios hace
 $2 \cdot 10^{15}$ s



Escalas de tiempo



¿Cómo medir un tiempo tan pequeño?

Consideremos una **partícula que vive $0.4 \cdot 10^{-12}$ segundos** (1 picosegundo)

¿Cómo medir un tiempo tan pequeño?

Consideremos una **partícula que vive $0.4 \cdot 10^{-12}$ segundos** (1 picosegundo)

¿Qué espacio recorrerá, en promedio, si viaja a la velocidad de la luz, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s? Típicamente los mesones D^0 en LHCb viajan a $v=0.99919 \cdot c$

¿Cómo medir un tiempo tan pequeño?

Consideremos una **partícula que vive $0.4 \cdot 10^{-12}$ segundos** (1 picosegundo)

¿Qué espacio recorrerá, en promedio, si viaja a la velocidad de la luz, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s? Típicamente los mesones D^0 en LHCb viajan a $v=0.99919 \cdot c$

Recorrerá $3 \cdot 10^8$ m/s $\times$ $0.4 \cdot 10^{-12}$ s = $1.2 \cdot 10^{-4}$ m = 0.12 mm

¡Esto no es mucho!

¿Cómo medir un tiempo tan pequeño?

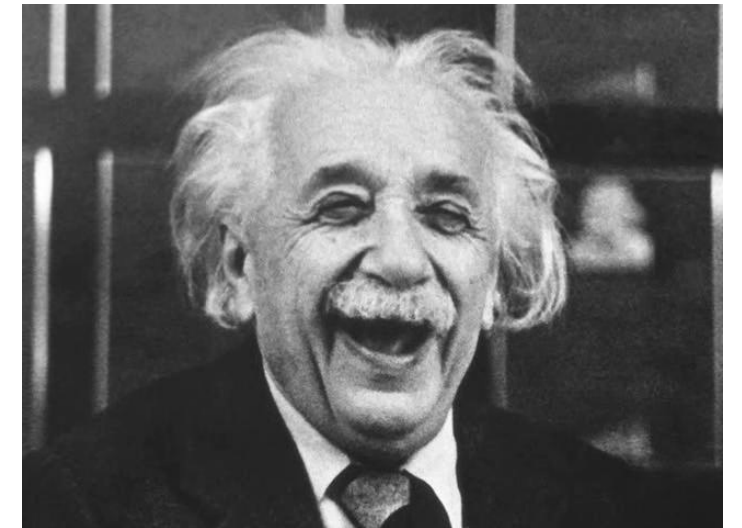
Consideremos una **partícula que vive $0.4 \cdot 10^{-12}$ segundos** (1 picosegundo)

¿Qué espacio recorrerá, en promedio, si viaja a la velocidad de la luz, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s? Típicamente los mesones D^0 en LHCb viajan a $v=0.99919 \cdot c$

Recorrerá $3 \cdot 10^8$ m/s $\times$ $0.4 \cdot 10^{-12}$ s = $1.2 \cdot 10^{-4}$ m = 0.12 mm

¡Esto no es mucho! Afortunadamente este cálculo es incorrecto: no hemos tenido en cuenta la **dilatación del tiempo** de la relatividad especial:

$$t' = t / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$



¿Cómo medir un tiempo tan pequeño?

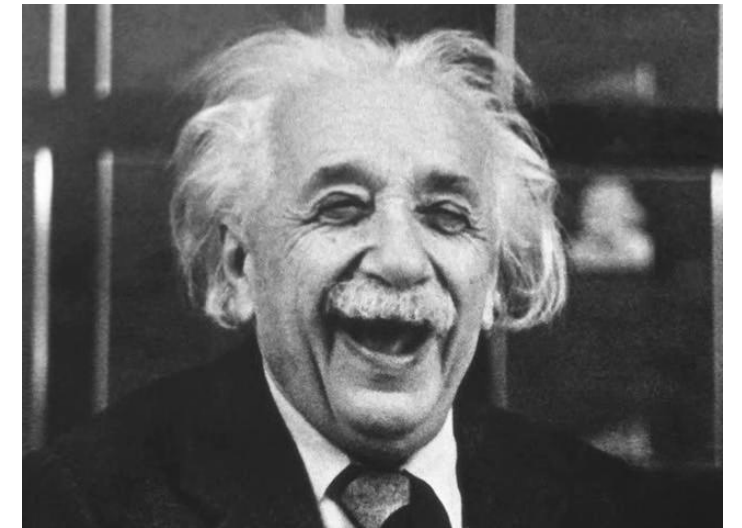
Consideremos una **partícula que vive $0.4 \cdot 10^{-12}$ segundos** (1 picosegundo)

¿Qué espacio recorrerá, en promedio, si viaja a la velocidad de la luz, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s? Típicamente los mesones D^0 en LHCb viajan a $v=0.99919 \cdot c$

Recorrerá $3 \cdot 10^8$ m/s $\times$ $0.4 \cdot 10^{-12}$ s = $1.2 \cdot 10^{-4}$ m = 0.12 mm

¡Esto no es mucho! Afortunadamente este cálculo es incorrecto: no hemos tenido en cuenta la **dilatación del tiempo** de la relatividad especial:

$$t' = t / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$



Esto hace que una **partícula en el LHC** con una vida media de $0.4 \cdot 10^{-12}$ segundos **viva unas 25 veces más, $10 \cdot 10^{-12}$ segundos**, y por tanto **se desplace típicamente mucho más, unos 3 mm...** ¡Suficiente para que podamos medir su desplazamiento!

¿Cómo medir un tiempo tan pequeño?

Considere

¿Qué espa
 $3 \cdot 10^8$ m/s?

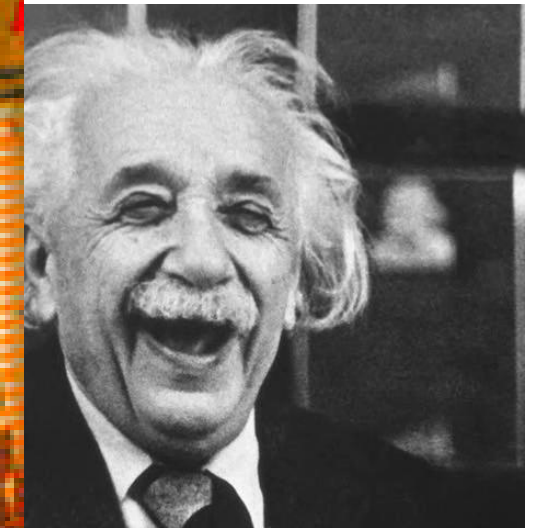
Recorrerá

¡Esto no
no hemos
relativid

$t' = t/\sqrt{1 - v^2/c^2}$

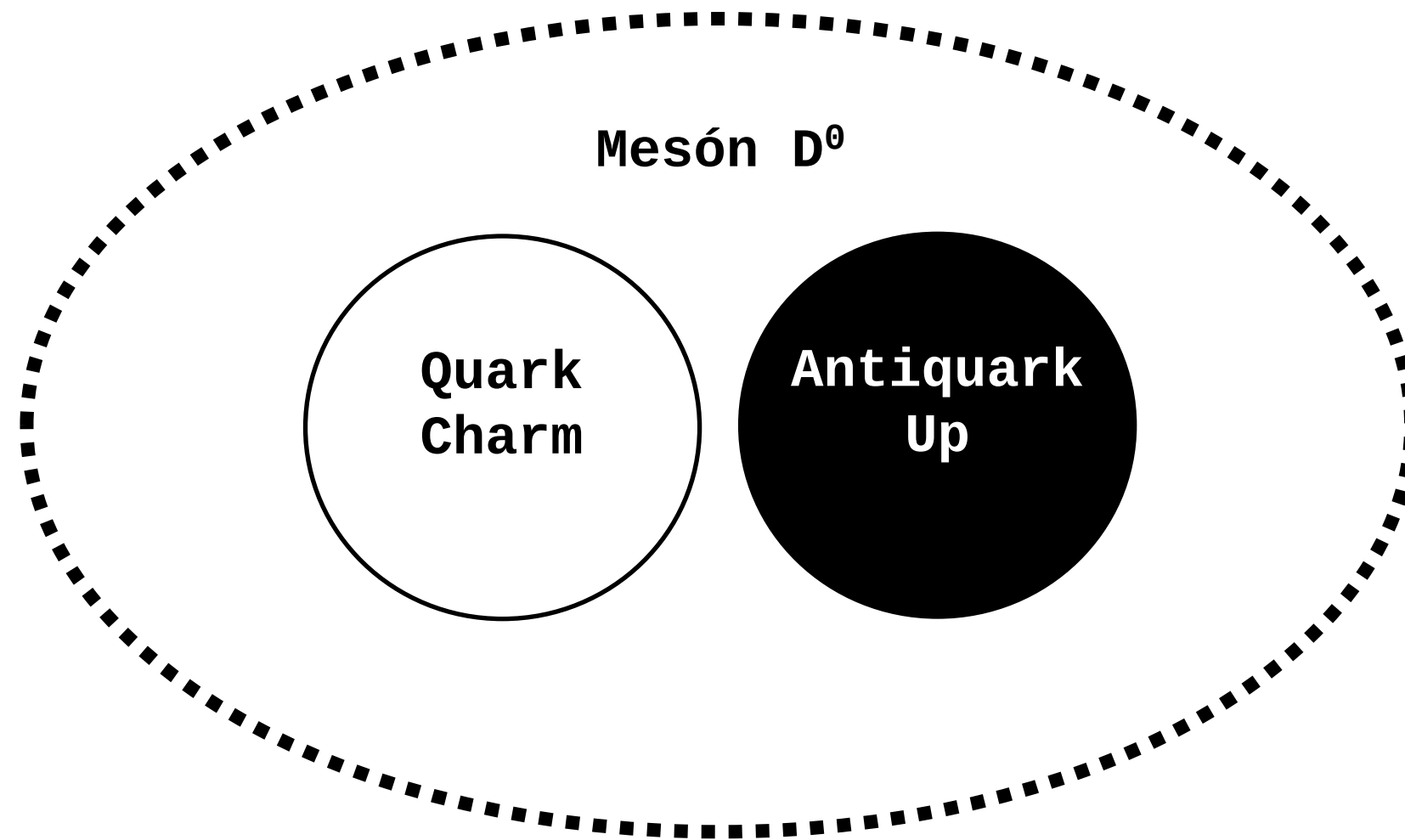
Esto hace
viva unas
mucho más

$z, c =$

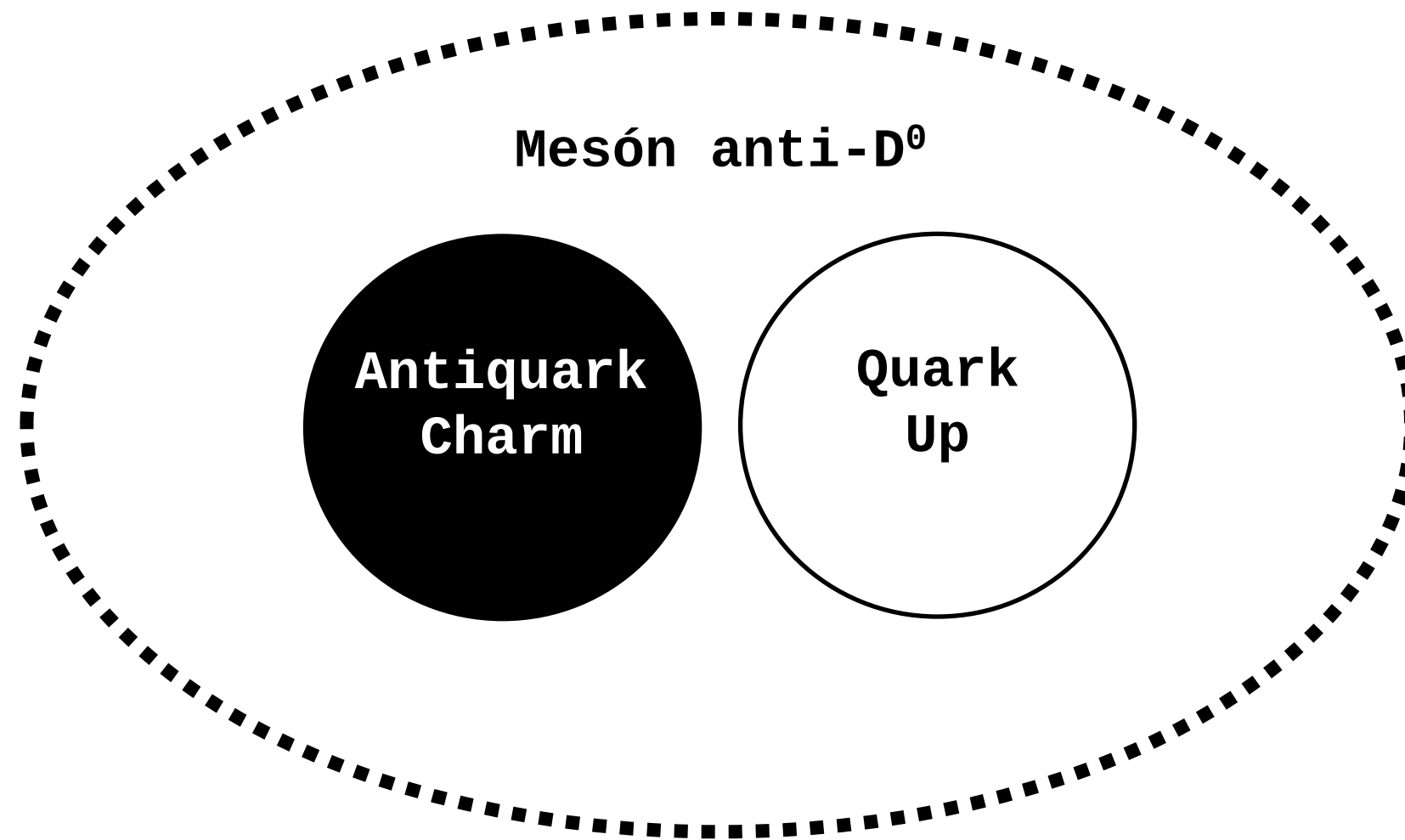


segundos
icamente
amiento!

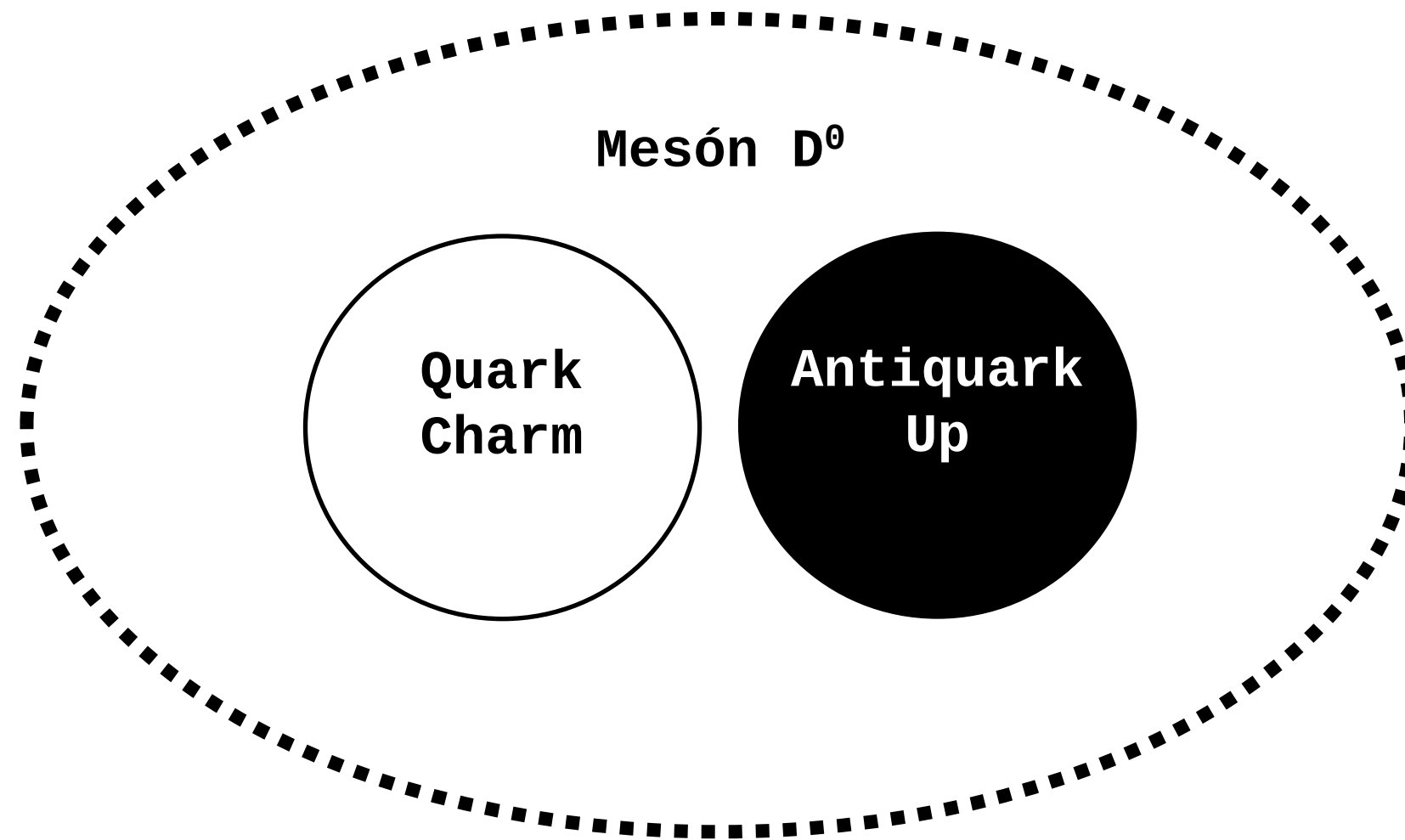
¿Por qué es especial el D^0 ?



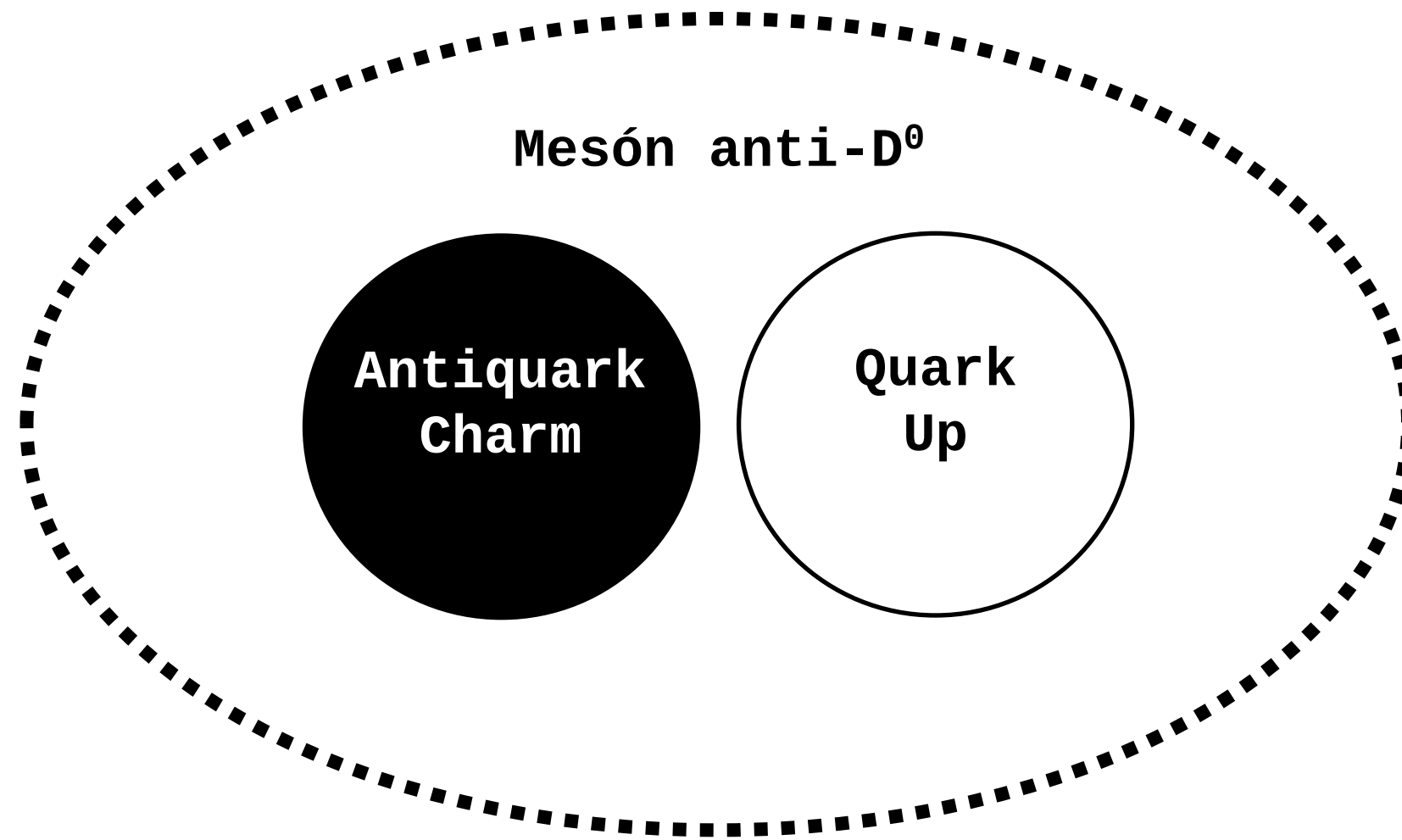
¿Por qué es especial el D^0 ?



¿Por qué es especial el D^0 ?



¡Oscila antes de desintegrarse!



El D⁰ es una partícula neutra : ¡puede oscilar entre materia y antimateria antes de desintegrarse!

History of the Universe

¿Por qué es importante la antimateria?

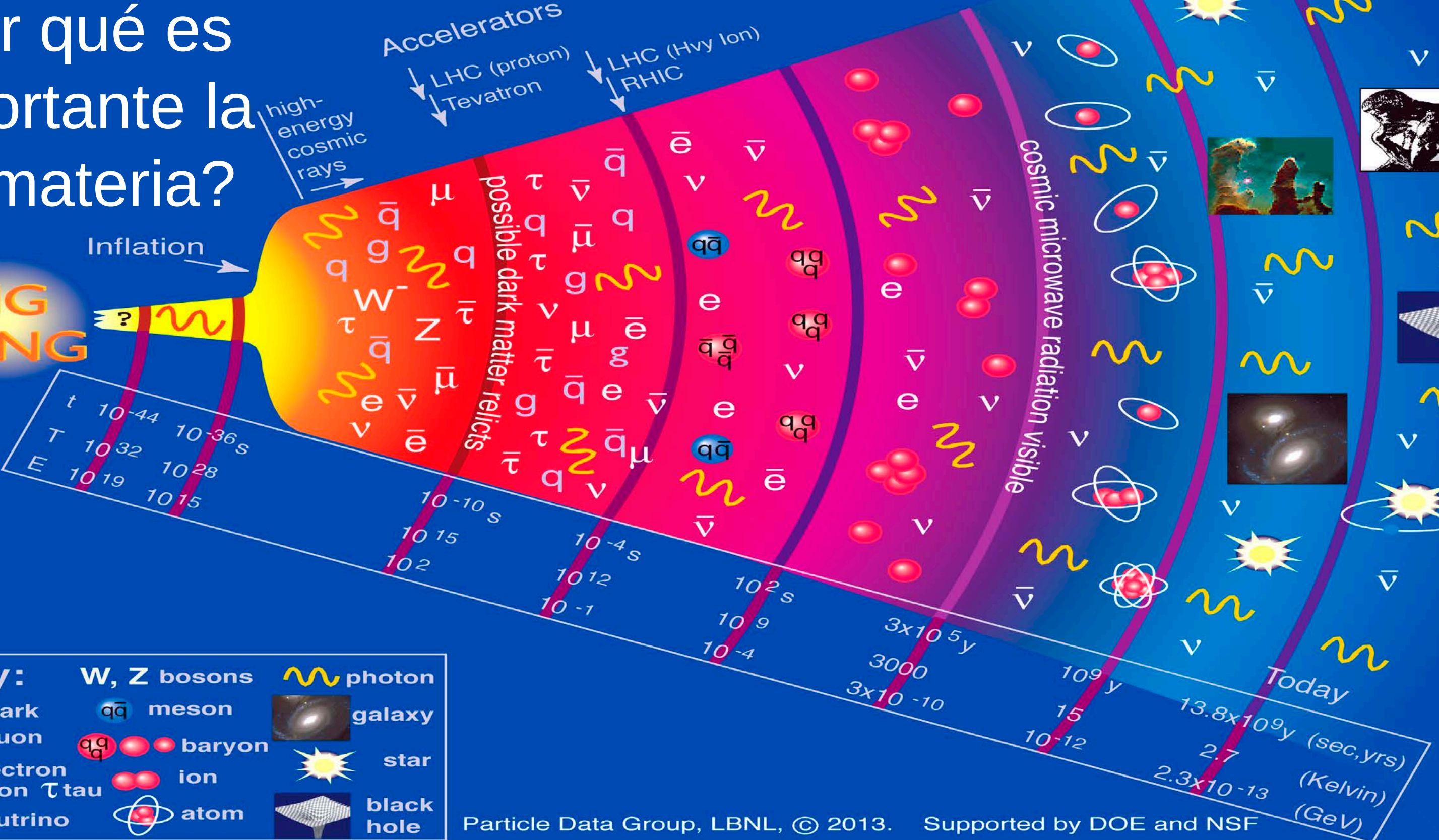
BIG BANG

Key:

q quark	q$\bar{q}$ meson	 galaxy
g gluon	qqq baryon	 star
e electron	ion	 black hole
μ muon	τ tau	
ν neutrino	atom	

w, z bosons

 photon

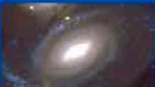


History of the Universe

¿Por qué es importante la antimateria?

Se crea igual cantidad de materia que de antimateria

BIG BANG

Key:	W, Z bosons	 photon
q quark	 meson	 galaxy
g gluon	 baryon	 star
e electron	 ion	 black hole
μ muon	τ tau	
ν neutrino	 atom	

Accelerators
↓ LHC (proton)
Tevatron
↓ LHC (Hvy Ion)
RHIC

high-energy cosmic rays

Inflation

possible dark matter relicts

cosmic microwave radiation visible

Today

Particle Data Group, LBNL, © 2013. Supported by DOE and NSF

History of the Universe

Hoy: prácticamente no hay antimateria en el Universo

¿Por qué es importante la antimateria?

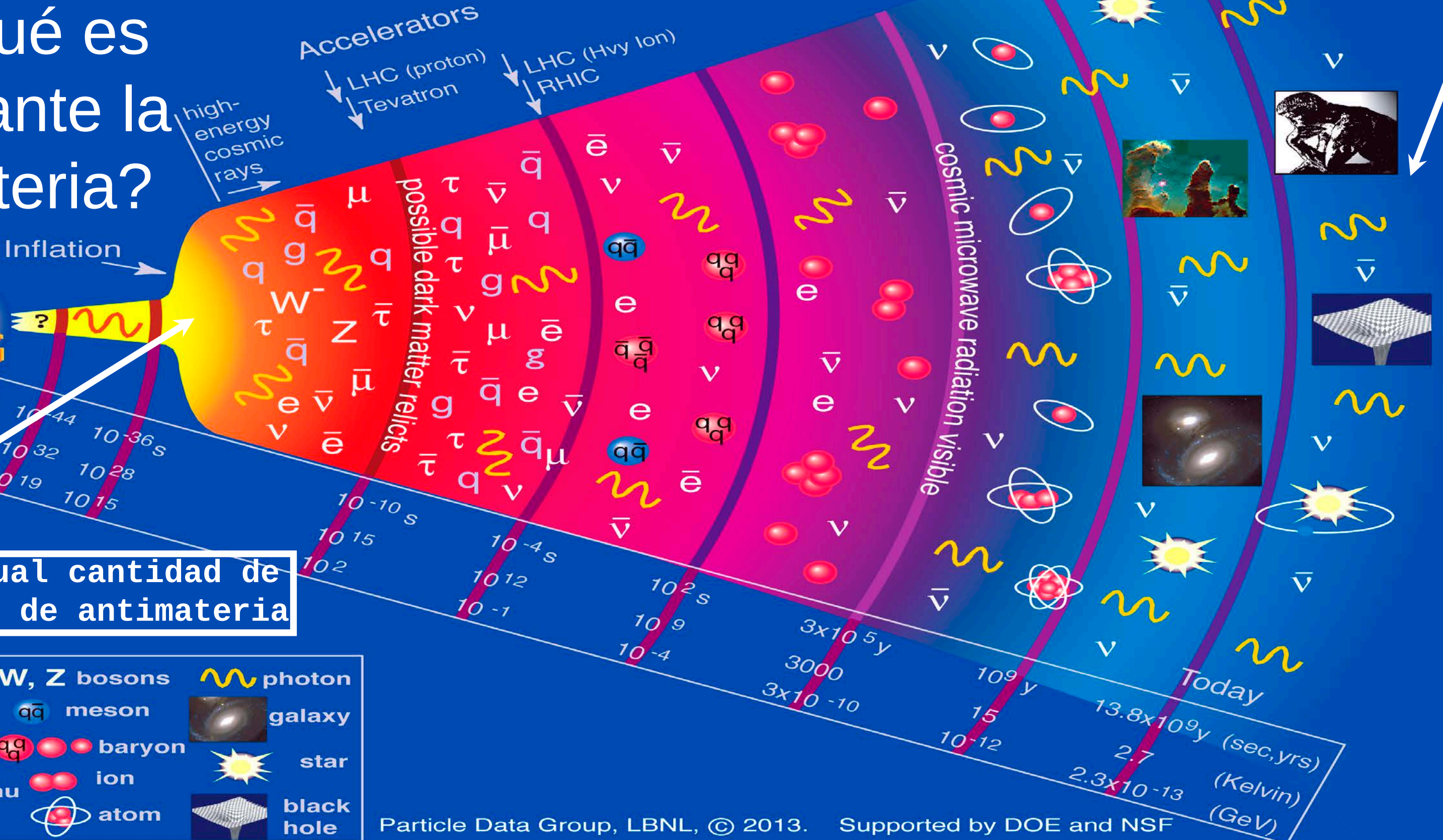
Se crea igual cantidad de materia que de antimateria

BIG BANG

Key:

q quark	q $\bar{q}$ meson	galaxy
g gluon	qqq baryon	star
e electron	ion	black hole
μ muon	τ tau	
ν neutrino	atom	

W, Z bosons photon



History of the Universe

¿Por qué es importante la antimateria?

Hoy: prácticamente no hay antimateria en el Universo

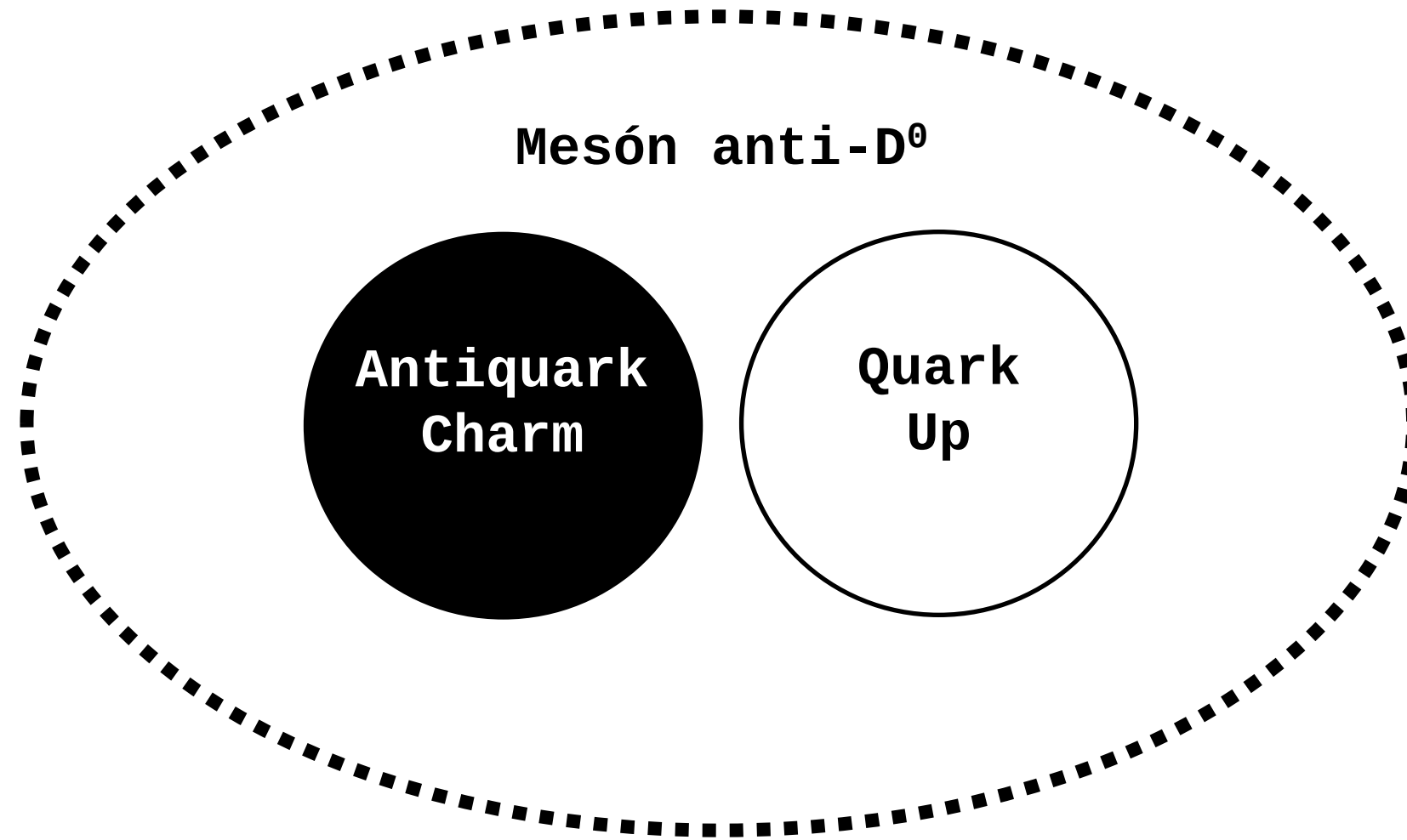
Se crea igual cantidad de materia que de antimateria

¿Qué ha ocurrido con la antimateria?

Key:

W, Z bosons	photon
q quark	meson
g gluon	baryon
e electron	ion
μ muon τ tau	atom
ν neutrino	galaxy
	star
	black hole

¡Oscila antes de desintegrarse!



El D⁰ es una partícula neutra : ¡puede oscilar entre materia y antimateria antes de desintegrarse!

Estas partículas pueden darnos pistas de las pequeñas diferencias entre materia y antimateria.

¿Por qué el D^0 y no otra partícula?

Los mesones neutros pueden oscilar entre materia y antimateria mientras se propagan

Three Generations of Matter (Fermions)				
	I	II	III	
mass	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	171.2 GeV/c ²	0
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	4.8 MeV/c ²	104 MeV/c ²	4.2 GeV/c ²	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	d down	s strange	b bottom	g gluon
Leptons	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<15.5 MeV/c ²	91.2 GeV/c ²
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z⁰ Z boson
Gauge Bosons	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	80.4 GeV/c ²
	-1	-1	-1	±1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	e electron	μ muon	τ tau	W[±] W boson

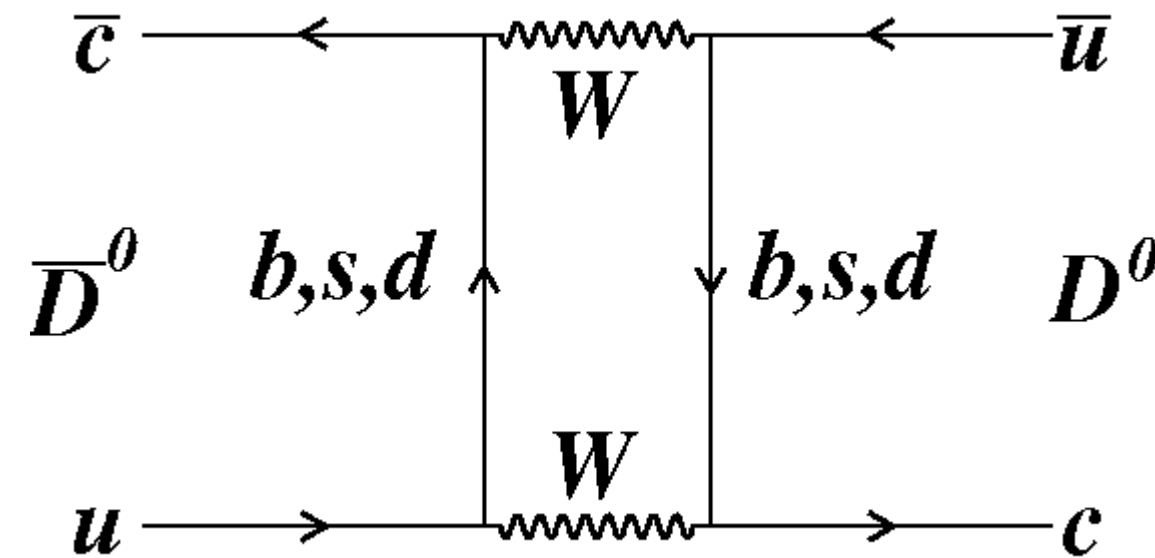
¿Por qué el D^0 y no otra partícula?

Three Generations of Matter (Fermions)

	I	II	III	
mass	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	171.2 GeV/c ²	0
charge	2/3	2/3	2/3	0
spin	1/2	1/2	1/2	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
	4.8 MeV/c ²	104 MeV/c ²	4.2 GeV/c ²	0
	-1/3	-1/3	-1/3	0
	1/2	1/2	1/2	1
Quarks	d down	s strange	b bottom	g gluon
	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<15.5 MeV/c ²	91.2 GeV/c ²
	0	0	0	0
	1/2	1/2	1/2	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z⁰ Z boson
	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	80.4 GeV/c ²
	-1	-1	-1	±1
	1/2	1/2	1/2	1
Leptons	e electron	μ muon	τ tau	W[±] W boson

Gauge Bosons

Los mesones neutros pueden oscilar entre materia y antimateria mientras se propagan



Las oscilaciones partícula-antipartícula son importantes porque son **sensibles a la presencia de nuevas partículas** que aparecen de manera virtual en el diagrama de la caja, las cuales pueden ser mucho más masivas que las que somos capaces de producir directamente

¿Por qué el D^0 y no otra partícula?

Three Generations of Matter (Fermions)

	I	II	III	
mass	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	171.2 GeV/c ²	0
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	4.8 MeV/c ²	104 MeV/c ²	4.2 GeV/c ²	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	d down	s strange	b bottom	g gluon
Leptons	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<15.5 MeV/c ²	91.2 GeV/c ²
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z^0 Z boson
Gauge Bosons	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	80.4 GeV/c ²
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	e electron	μ muon	τ tau	$W^\pm$ W boson

Los mesones neutros pueden oscilar entre materia y antimateria mientras se propagan

Hay diferentes mesones de tipo “down” que pueden oscilar: (ds) K^0 , (db) B_d , (sb) B_s

¿Por qué el D^0 y no otra partícula?

Los mesones neutros pueden oscilar entre materia y antimateria mientras se propagan

Hay diferentes mesones de tipo “down” que pueden oscilar: (ds) K^0 , (db) B_d , (sb) B_s

Pero sólo uno tipo "up": el mesón D^0 (cu)

El quark top no forma ni mesones ni bariones

Three Generations
of Matter (Fermions)

	I	II	III	
mass	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	171.2 GeV/c ²	0
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
	4.8 MeV/c ²	104 MeV/c ²	4.2 GeV/c ²	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	d down	s strange	b bottom	g gluon
	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<15.5 MeV/c ²	91.2 GeV/c ²
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z ⁰ Z boson
	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	80.4 GeV/c ²
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	e electron	μ muon	τ tau	W [±] W boson

Quarks

Leptons

Gauge Bosons

¿Por qué el D^0 y no otra partícula?

Three Generations of Matter (Fermions)

	I	II	III	
mass	2.4 MeV/c ²	1.27 GeV/c ²	171.2 GeV/c ²	0
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
	4.8 MeV/c ²	104 MeV/c ²	4.2 GeV/c ²	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Quarks	d down	s strange	b bottom	g gluon
	<2.2 eV/c ²	<0.17 MeV/c ²	<15.5 MeV/c ²	91.2 GeV/c ²
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z⁰ Z boson
	0.511 MeV/c ²	105.7 MeV/c ²	1.777 GeV/c ²	80.4 GeV/c ²
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Leptons	e electron	μ muon	τ tau	W[±] W boson
				Gauge Bosons

Los mesones neutros pueden oscilar entre materia y antimateria mientras se propagan

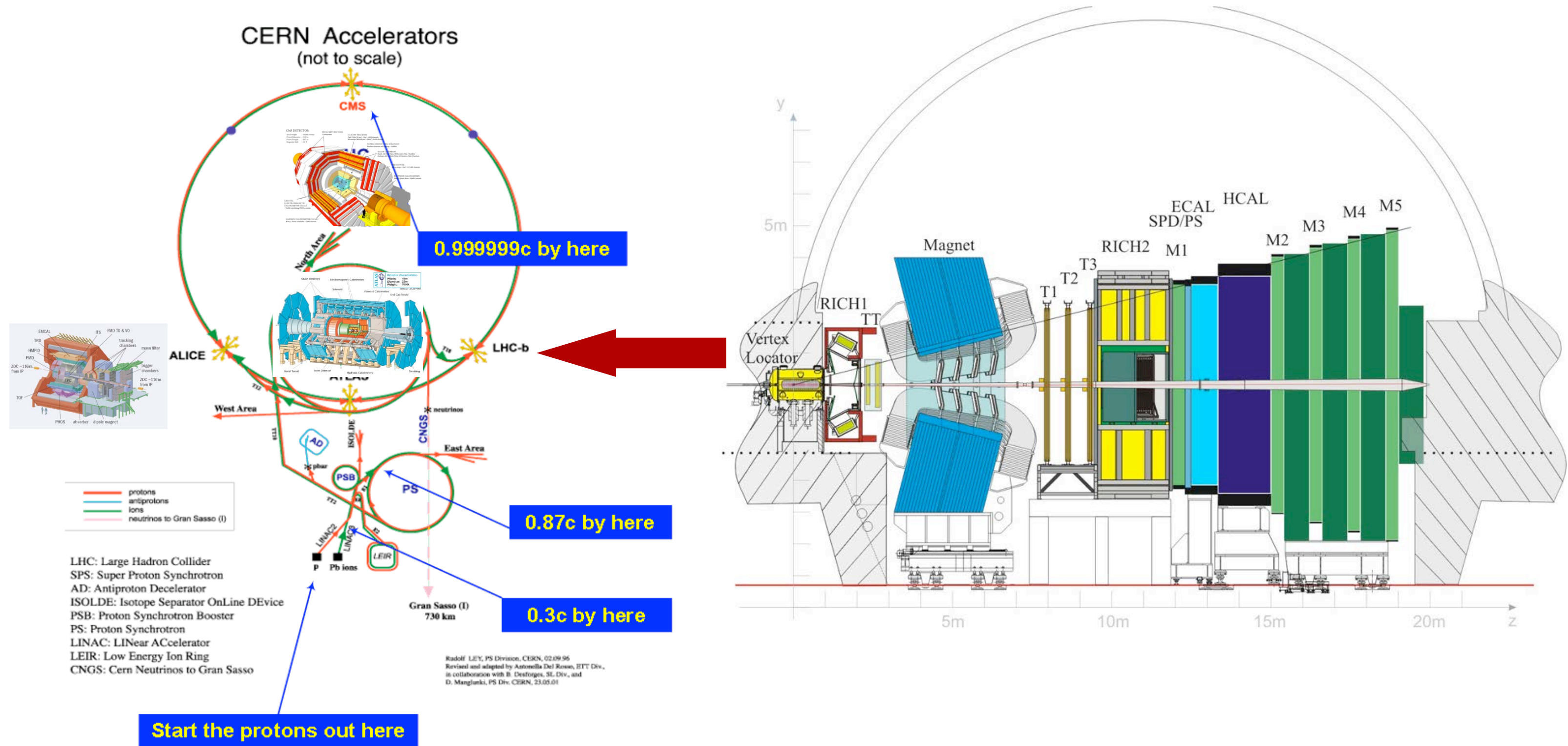
Hay diferentes mesones de tipo “down” que pueden oscilar: (ds) K^0 , (db) B_d , (sb) B_s

Pero sólo uno tipo "up": el mesón D^0 (cu)

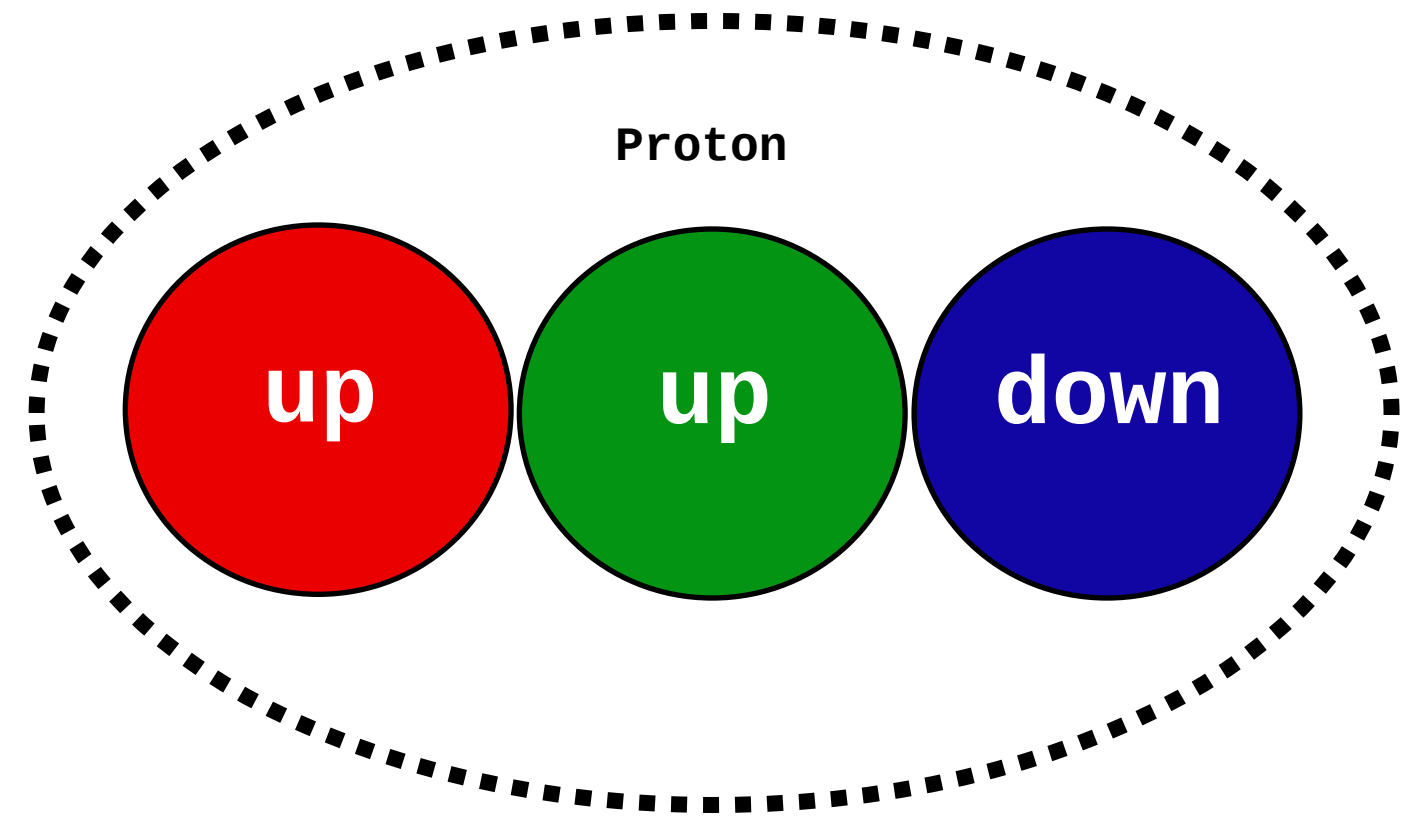
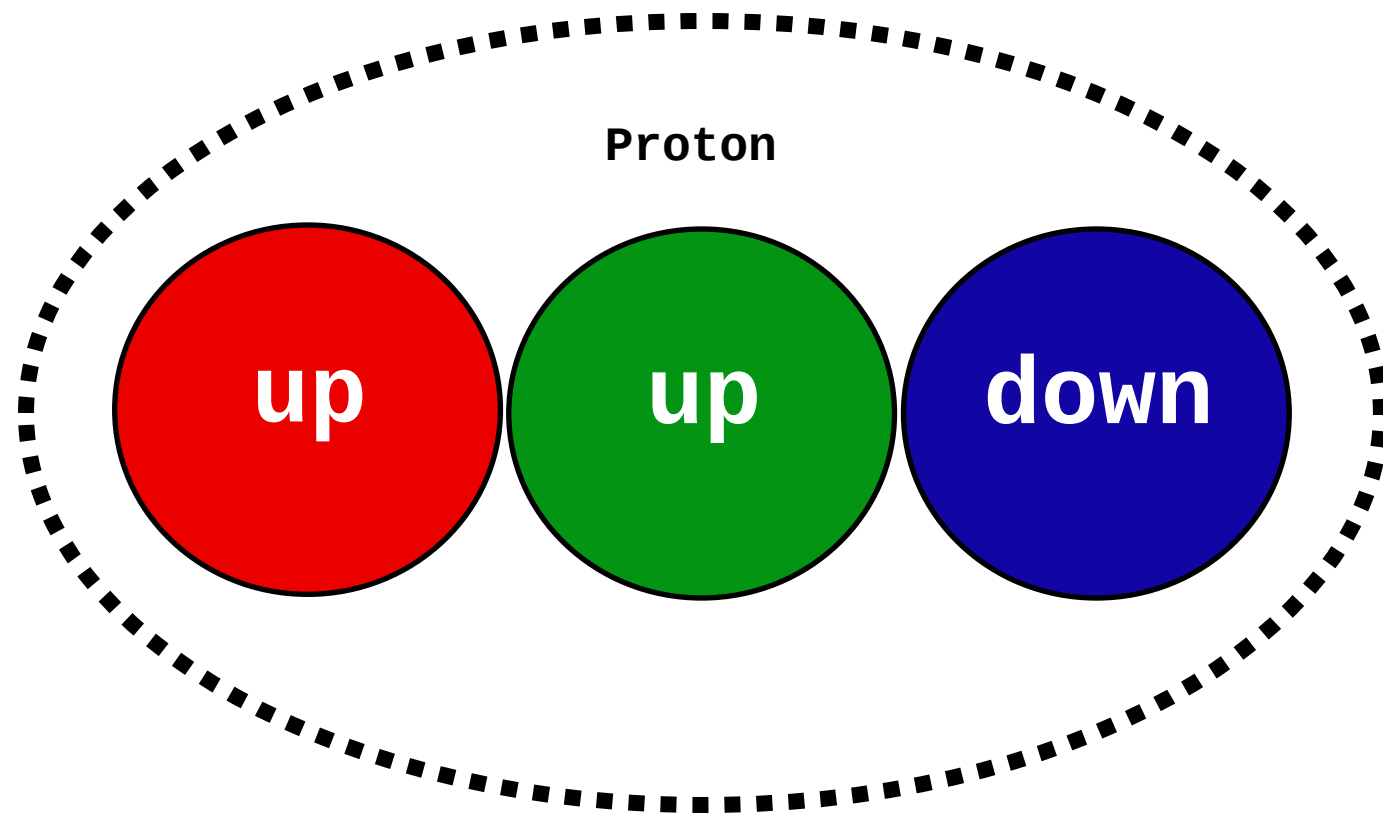
El quark top no forma ni mesones ni bariones

Esto hace que el mesón D^0 sea un laboratorio único para el estudio de la asimetría entre materia y antimateria en el sector de los quark tipo "up"

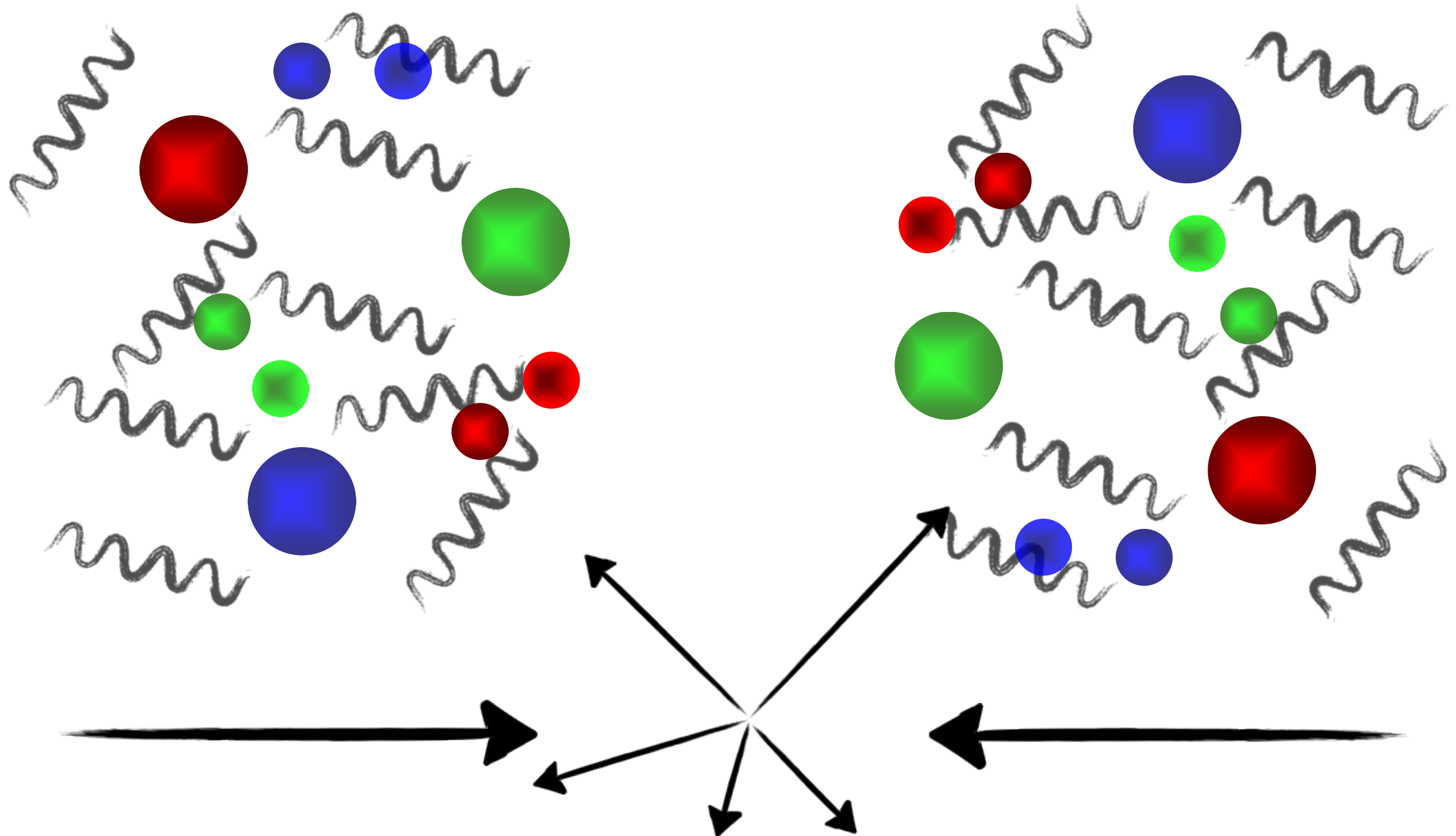
Large Hadron Collider @ CERN



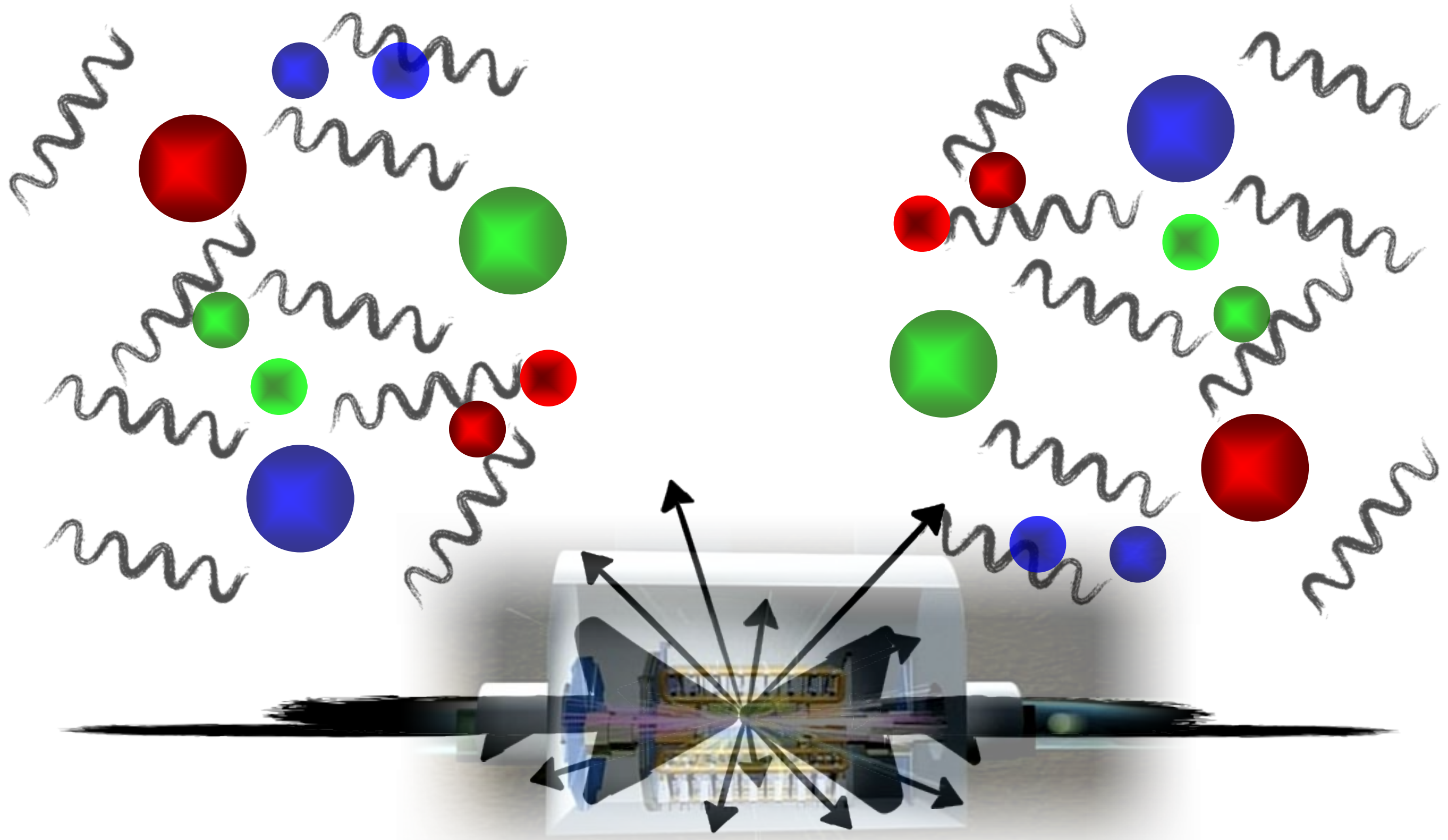
Los protones colisionan...



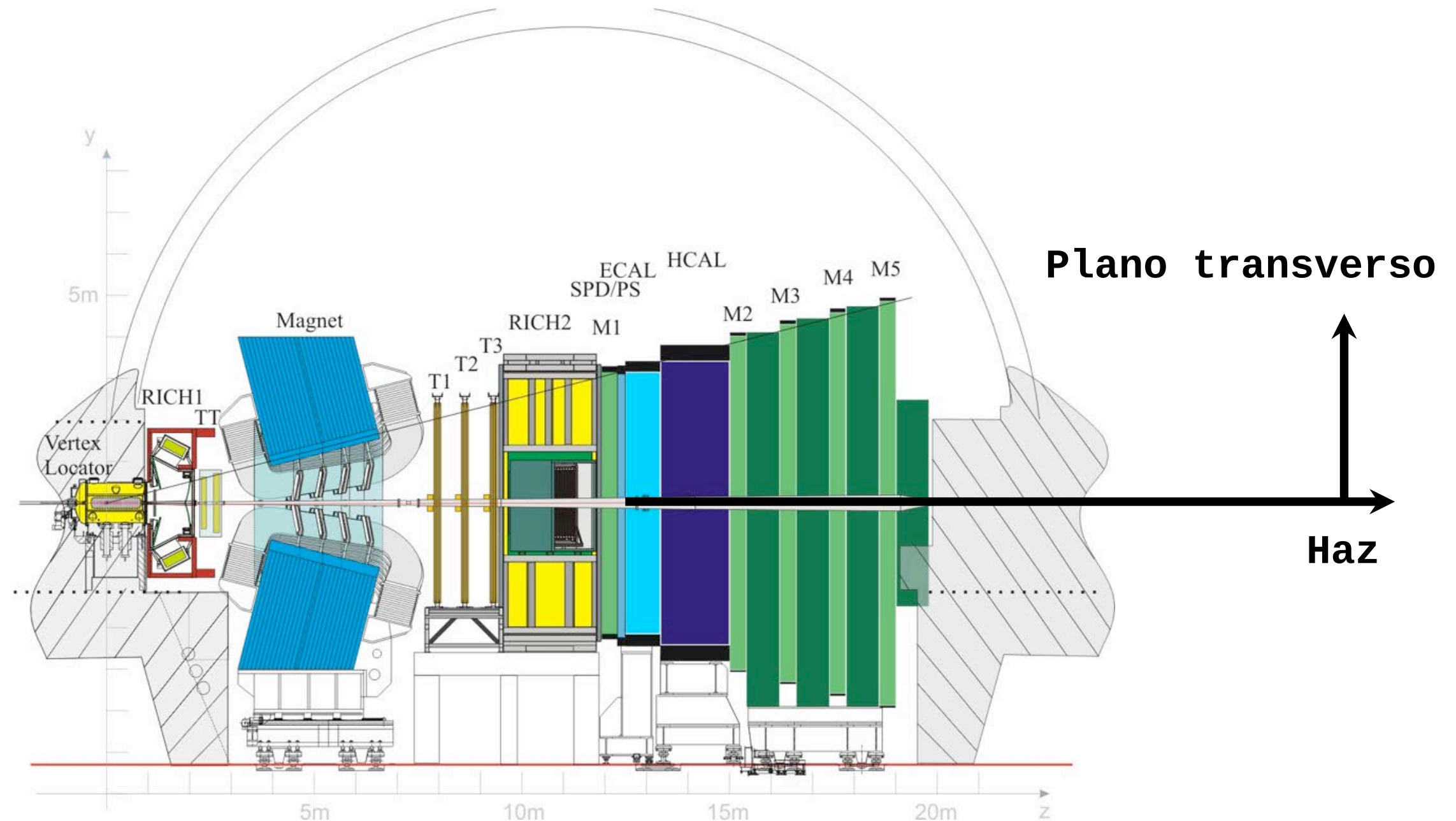
Los protones colisionan...



Los protones colisionan...



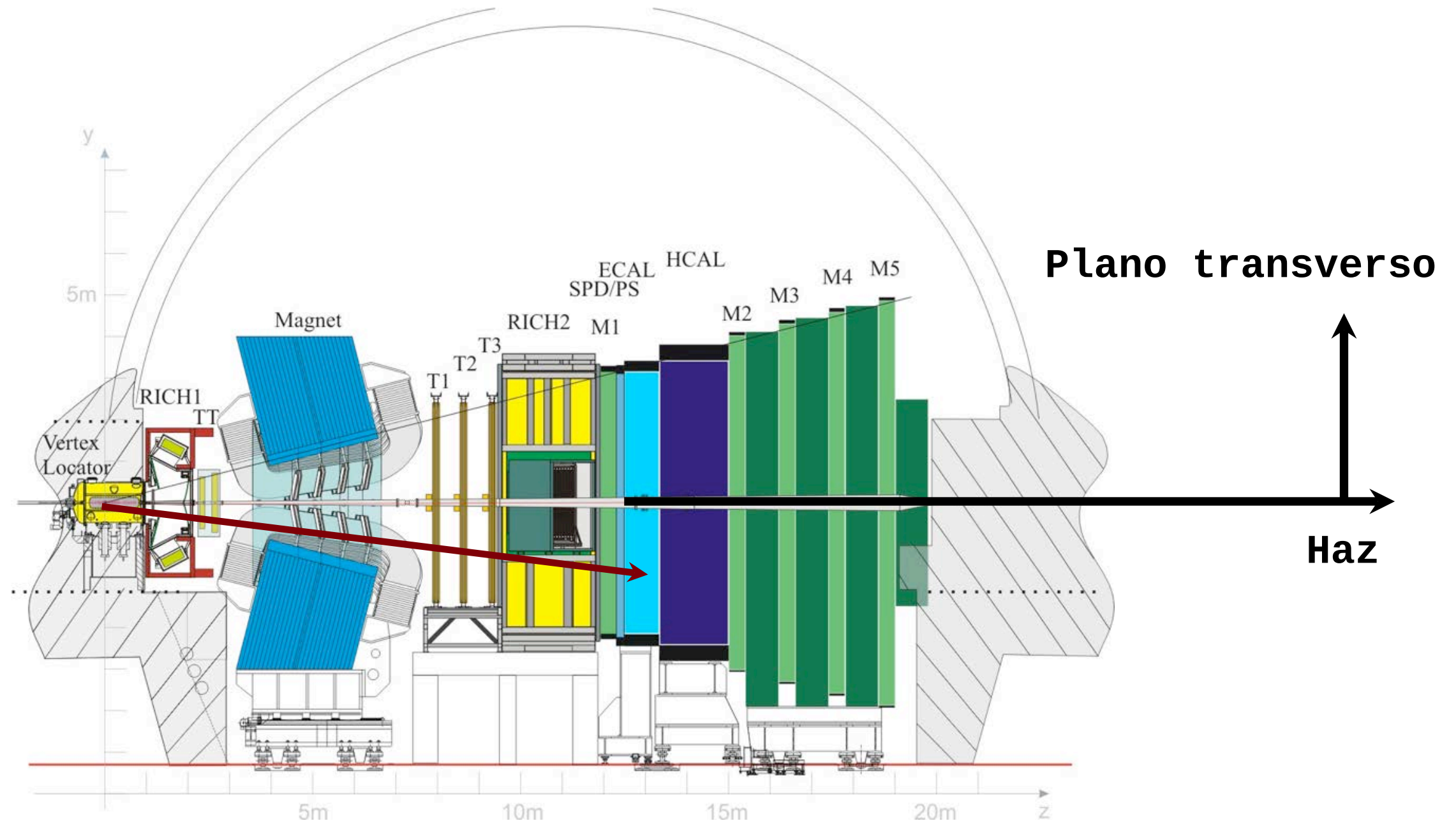
LHCb @ LHC



p_T = Momento transverso
 E_T = Energía transversa

LHCb @ LHC

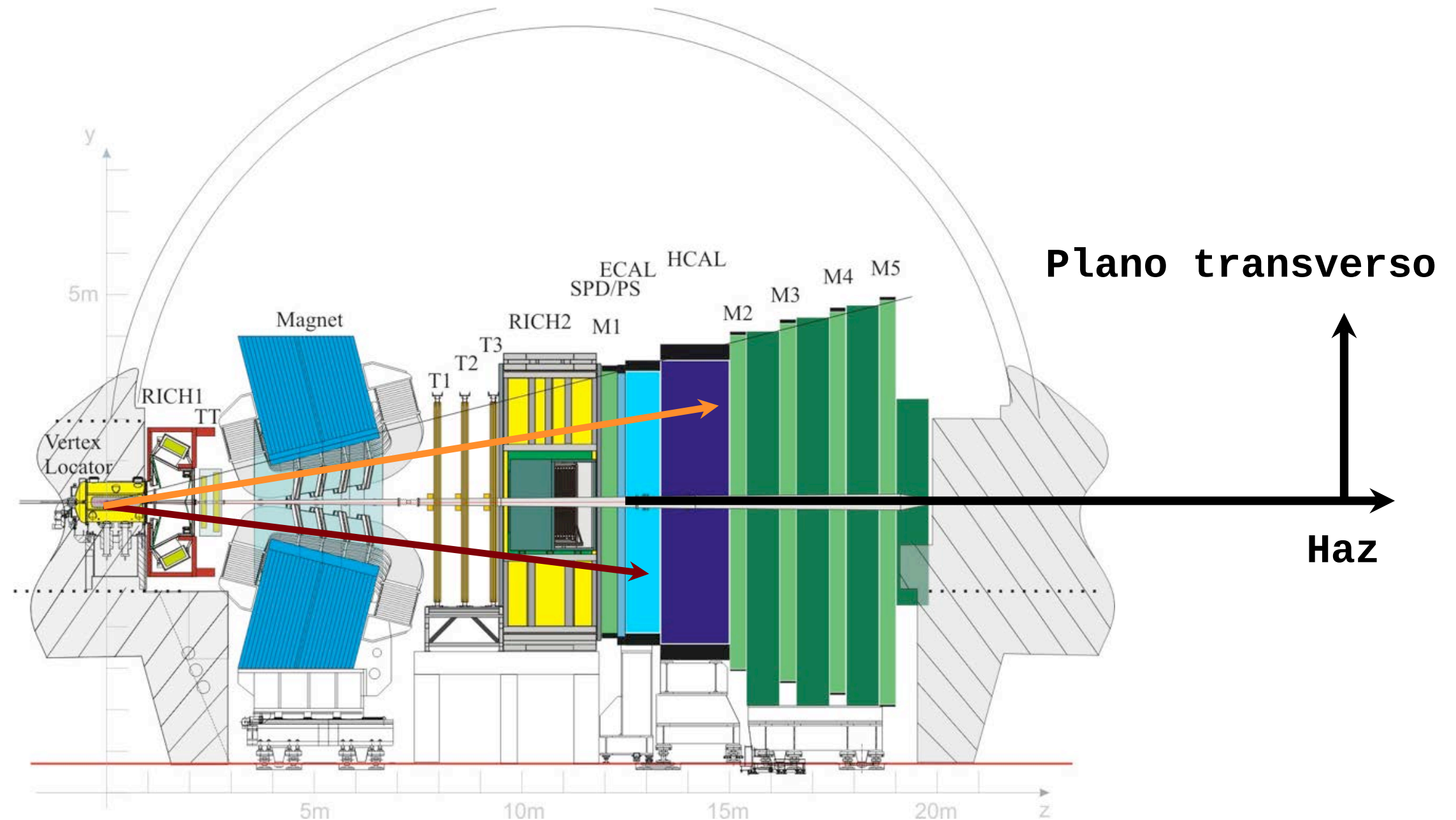
➡ ELECTRONES
➡ FOTONES



p_T = Momento transversal
 E_T = Energía transversal

LHCb @ LHC

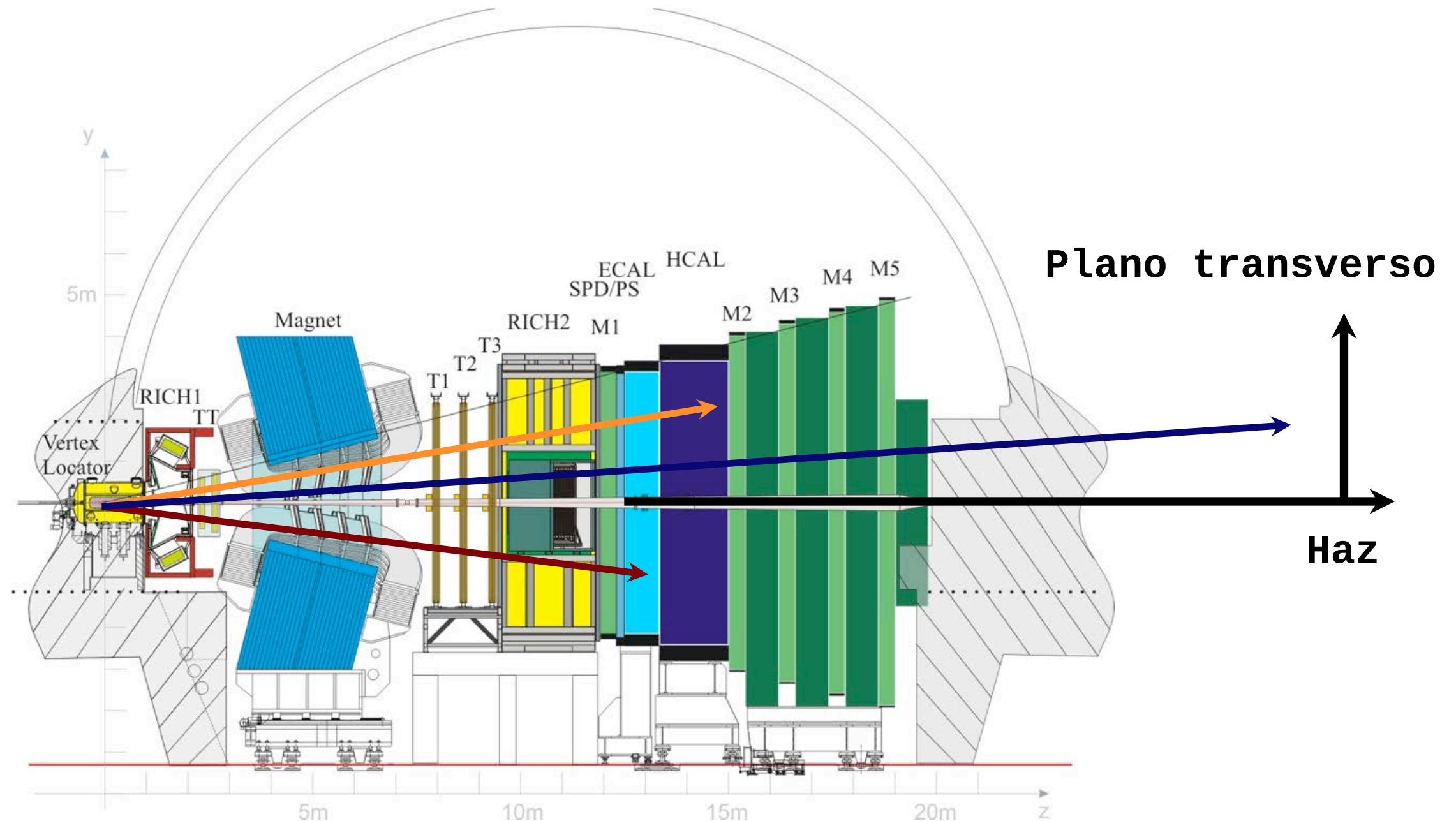
- ➡ ELECTRONES
- ➡ FOTONES
- ➡ HADRONES



p_T = Momento transverso
 E_T = Energía transversa

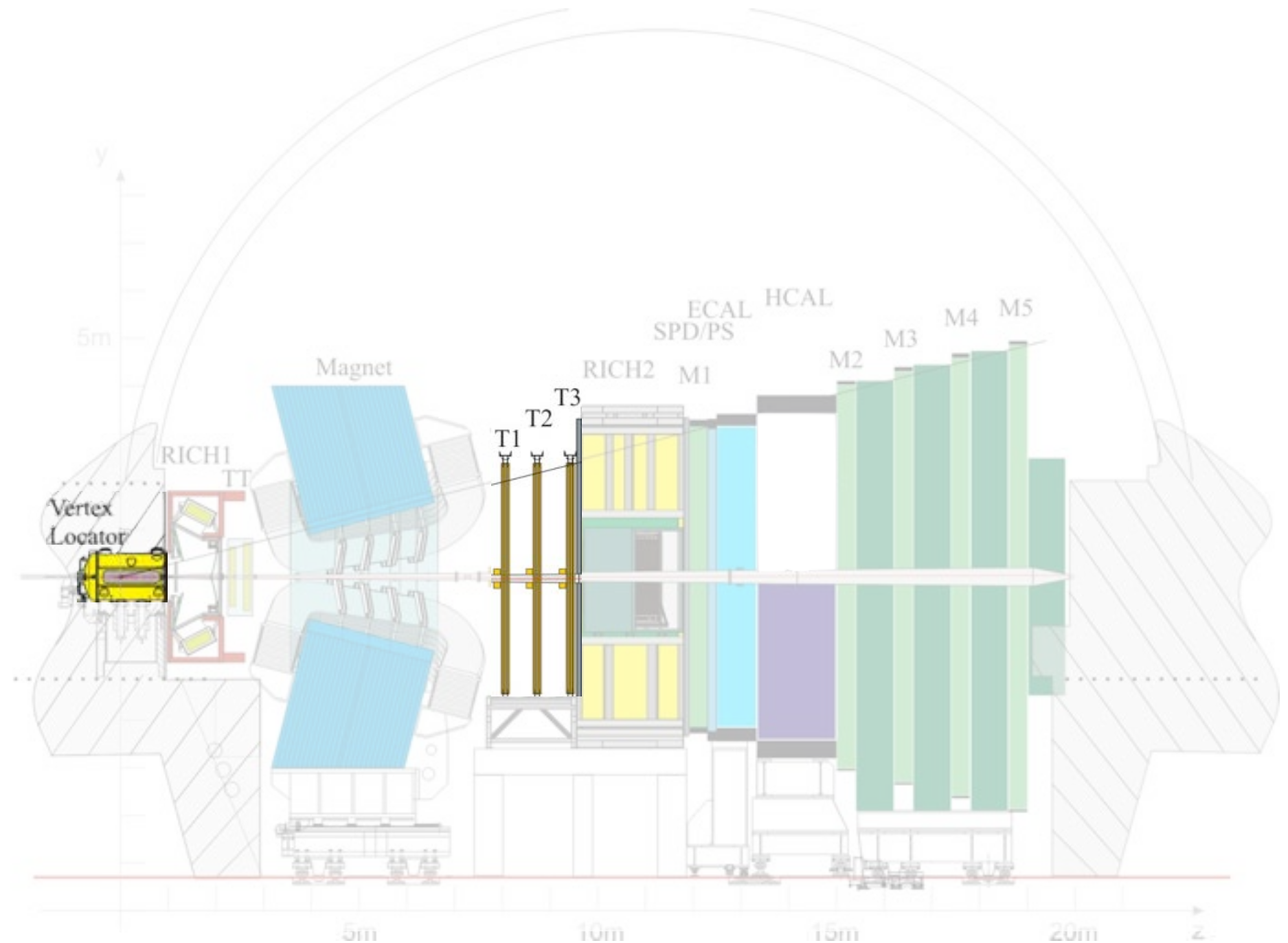
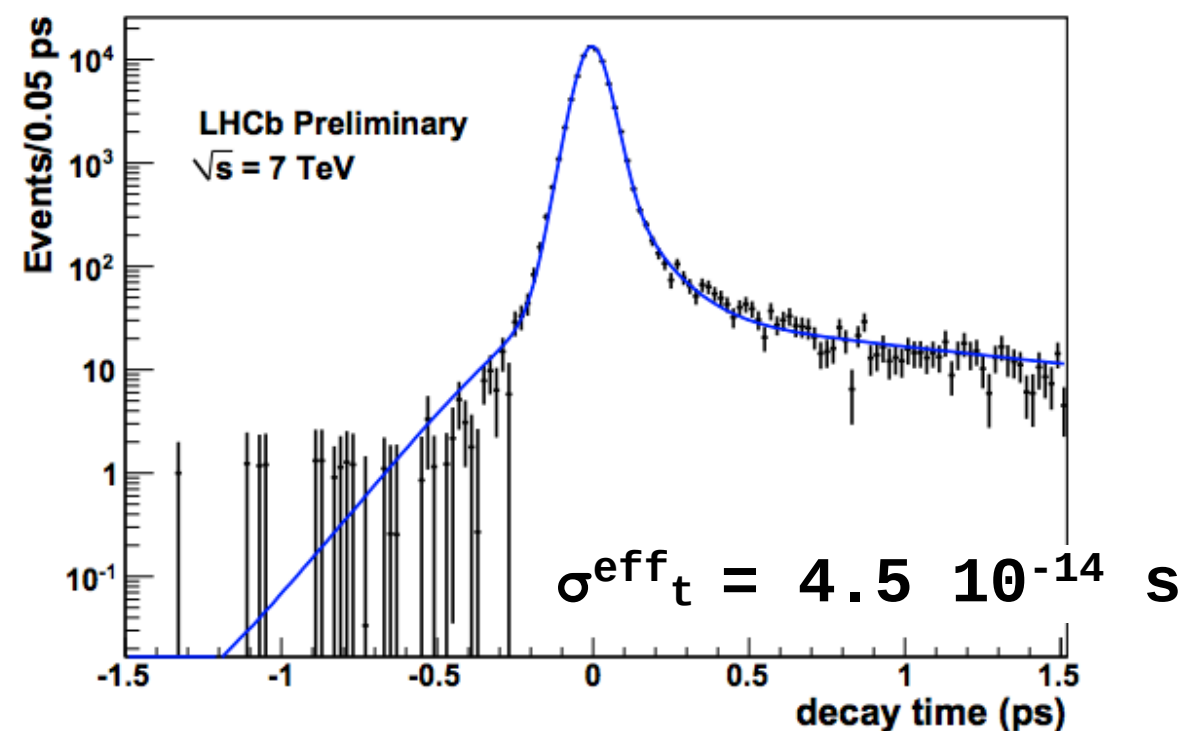
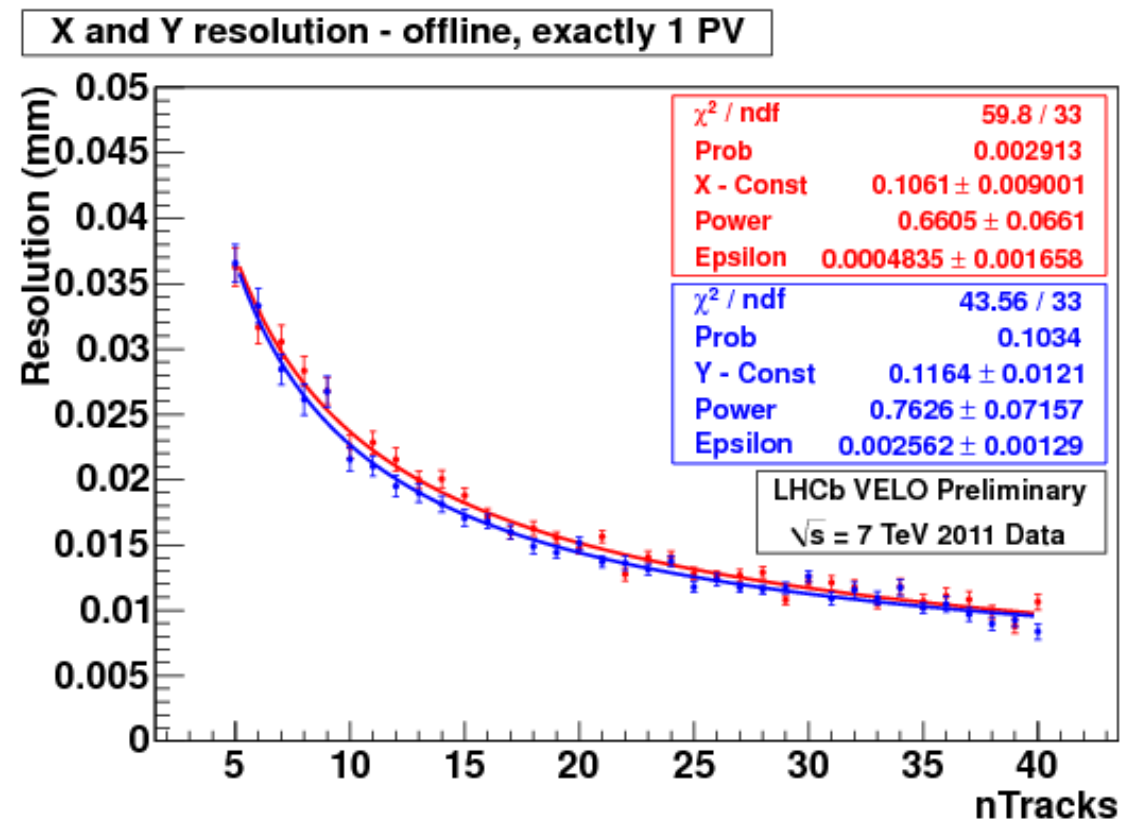
LHCb @ LHC

- ➡ ELECTRONES
- ➡ FOTONES
- ➡ HADRONES
- ➡ MUONES

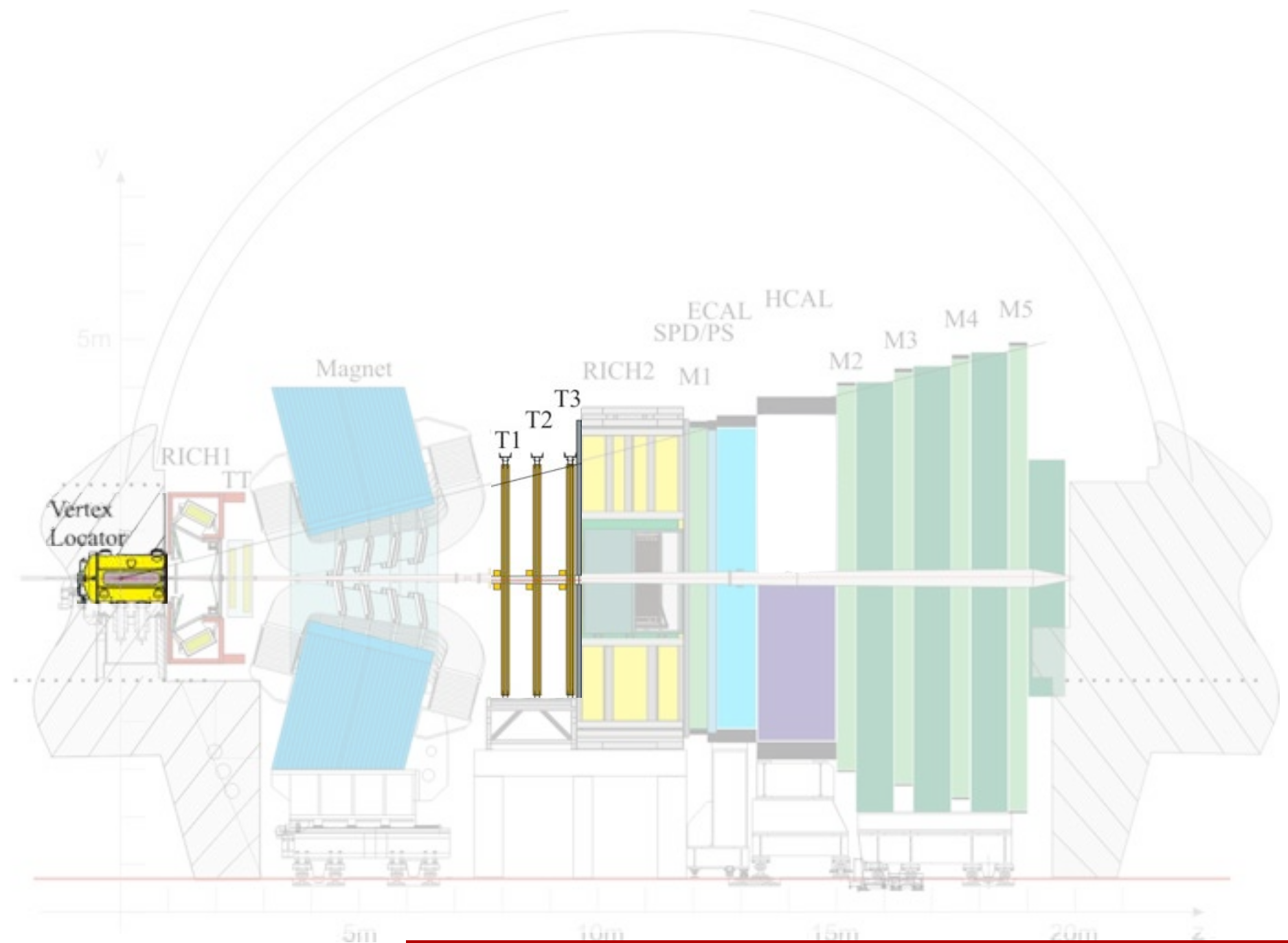
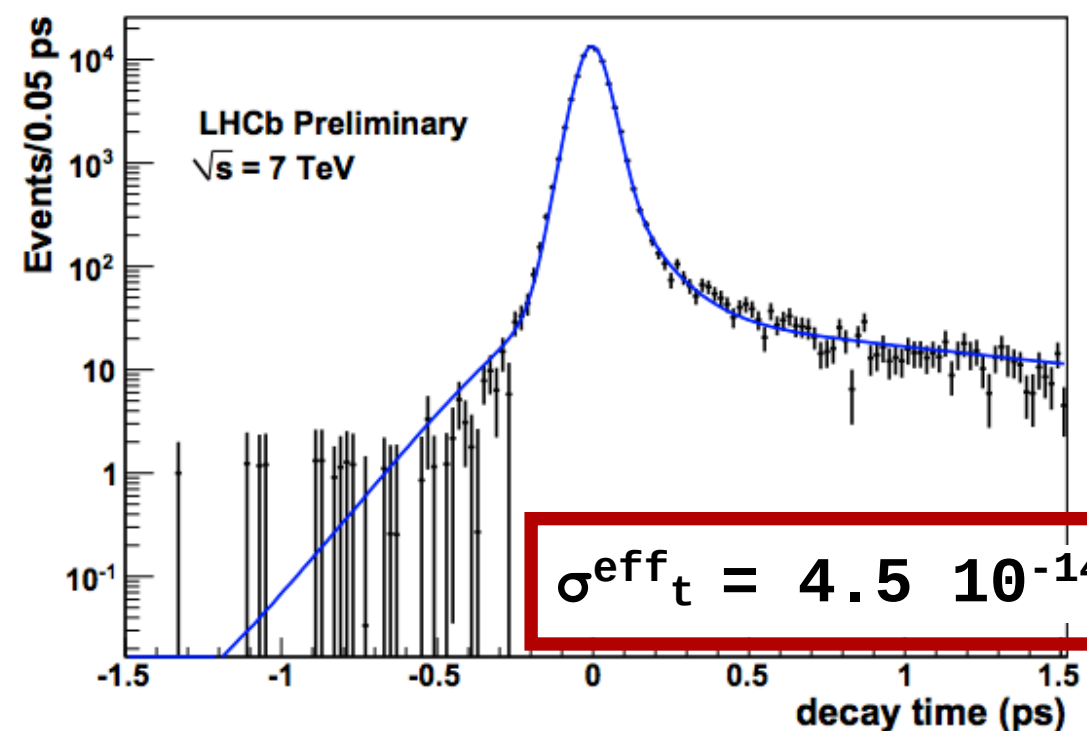
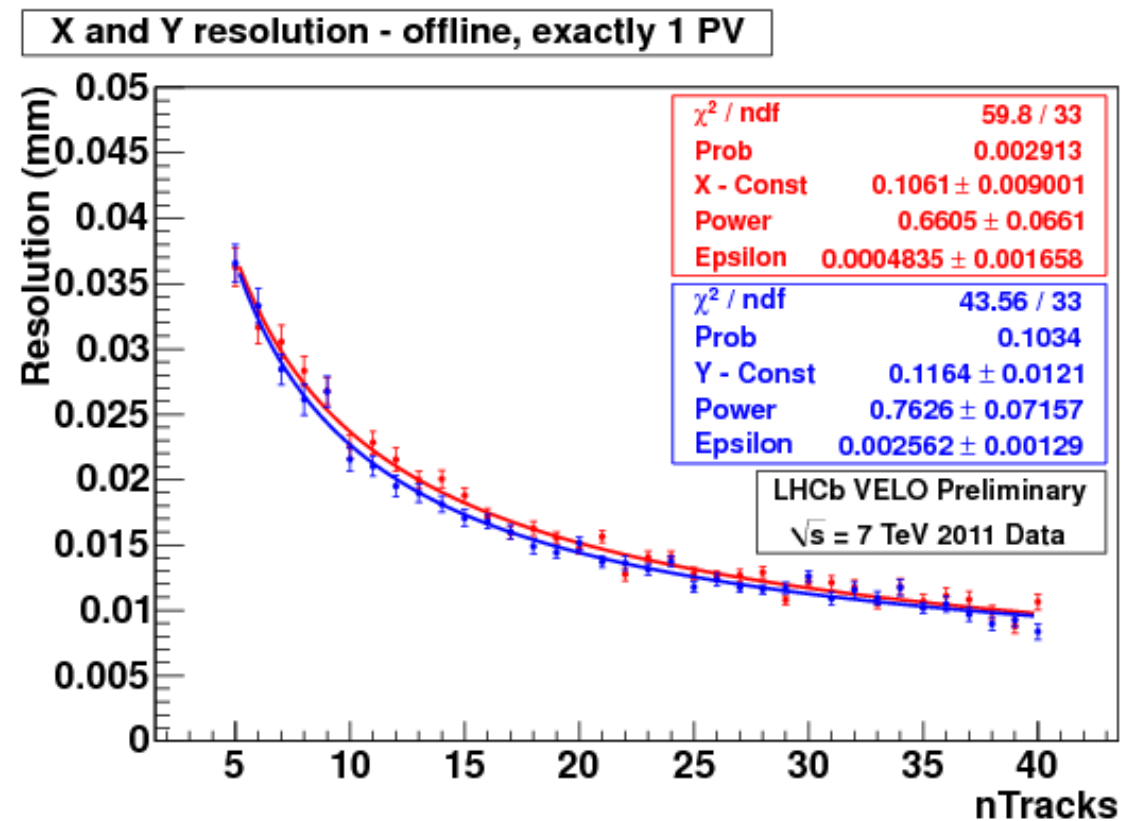


p_T = Momento transverso
 E_T = Energía transversa

Rendimiento del detector LHCb



Rendimiento del detector LHCb



¡Se pueden medir tiempos de hasta unos pocos $\sim 10^{-14}$ segundos!

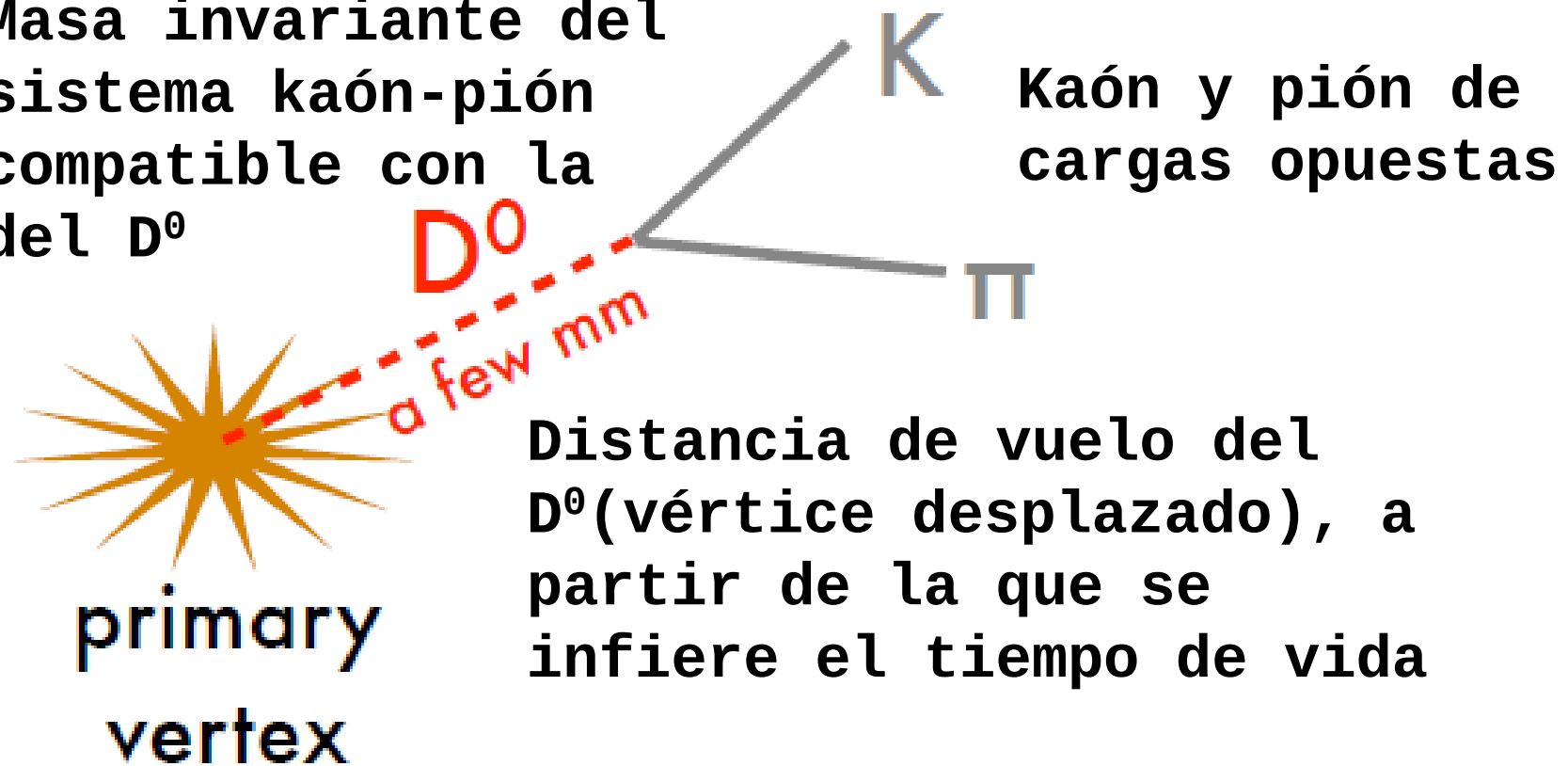
Pero sigue siendo complicado...

Hay **ruido de fondo**,

Pero sigue siendo complicado...

Hay **ruido de fondo**,

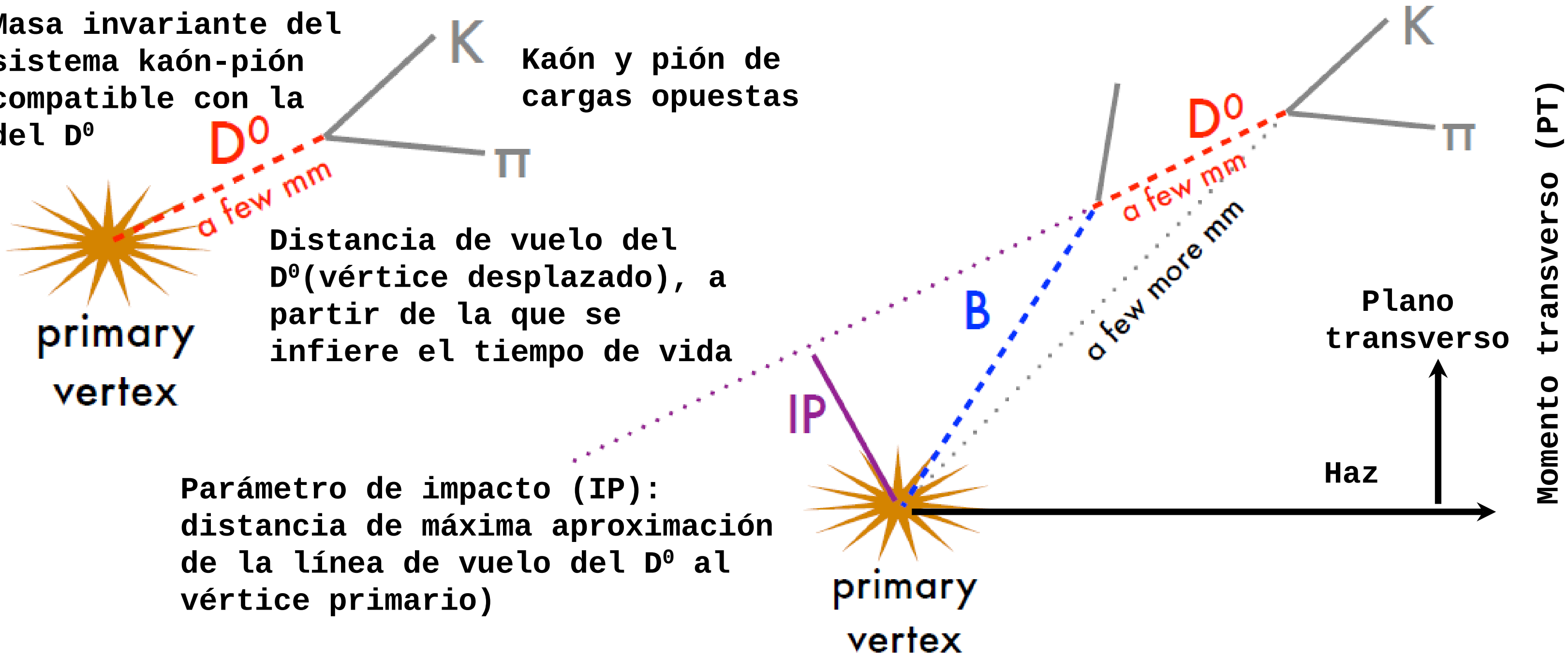
Masa invariante del
sistema kaón-pión
compatible con la
del D^0



Pero sigue siendo complicado...

Hay **ruido de fondo**, y **hay mesones D que no provienen del vértice primario** donde se ha producido la colisión

Masa invariante del sistema kaón-pión compatible con la del D^0



Parámetro de impacto (IP):
distancia de máxima aproximación
de la línea de vuelo del D^0 al
vértice primario)

Pero...



**El 10% de las interacciones en LHC produce un hadrón (mesón o barión) con charm:
¡LHCb ya ha registrado más de mil millones de desintegraciones de estos hadrones!**

Los objetivos del ejercicio

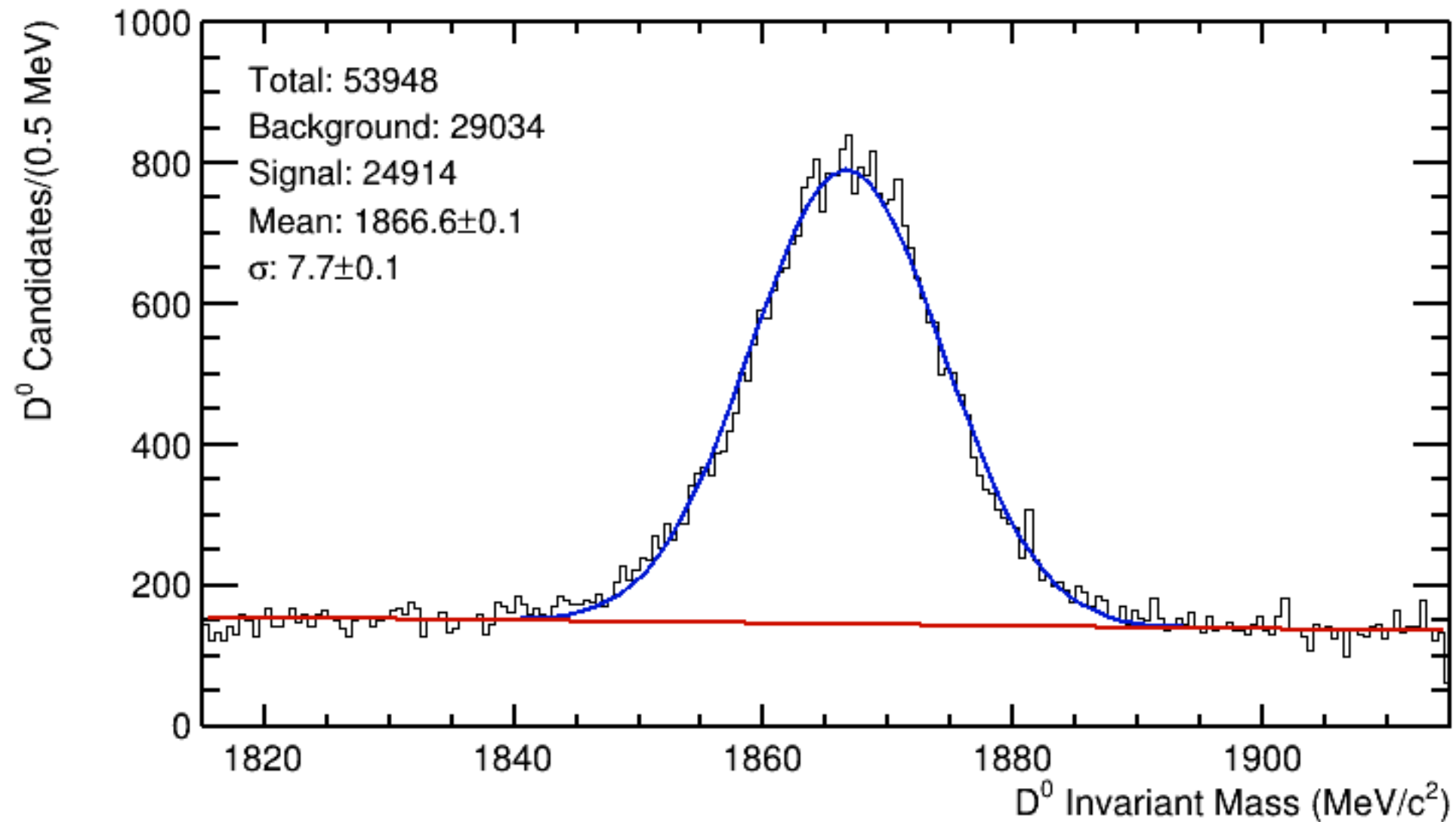
Daros una idea de los datos producidos por el LHC

Enseñaros cómo seleccionar partículas en el LHC

Enseñaros algunas utilidades de ajuste de datos con las que medir las propiedades física de la señal

Mostrar algunos aspectos sobre incertidumbres sistemáticas en las medidas

Datos del ejercicio



Usar sucesos $D^0 \rightarrow K\pi$ tomados en la toma de datos del año 2012, comenzando por la distribución de masa

Selección de datos poco restrictiva, por tanto contiene sucesos de señal y fondo

Preparación de la videoconferencia

Cada grupo debe producir al menos un histograma de la masa del D_0 : los monitores los recolectarán al final de la sesión.

Todos los grupos producirán la gráfica de la vida media en función del corte superior en IP. Al final de la sesión los monitores os ayudarán a almacenar la gráfica y seleccionaremos una para la videoconferencia.

Los organizadores prepararemos una pequeña presentación con los principales resultados que discutiremos en la sesión de la tarde y que se usará para la videoconferencia.

Hay que pensar en varias cuestiones que los moderadores preguntarán.

Si hay tiempo antes de la conexión discutiremos el Masterclasses Quiz.

Preparación de la videoconferencia

Possible questions to make or to answer:

When does LHC restart?

Will you find new physics?

How do I become a particle physicist?

What does it mean a displaced vertex?

For what it is used the IP of the D^0 meson?

What is the meaning of the different colors in the event display?

How the different particles are reconstructed and identified in the detector?

Is the D^0 lifetime measurement consistent with the world average? Why?

Could we claim that any possible discrepancy could be due to new physics?

What can we learn from these results?