



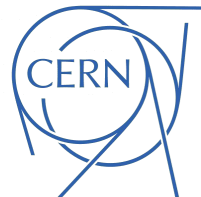
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

IFIC INSTITUT DE
FÍSICA
CORPUSCULAR

**EXCELENCIA
SEVERO
OCHOA**



Física de partículas

Miriam Lucio Martínez (IFIC), 20 febrero 2026



International Particle
Physics Outreach Group



INTERNATIONAL

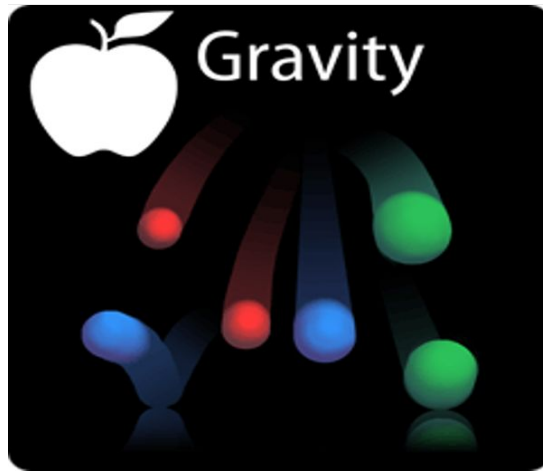
MASTERCLASSES

hands on particle physics

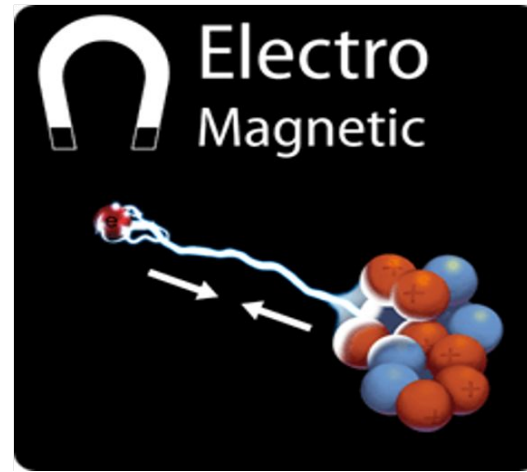


Las 4 interacciones

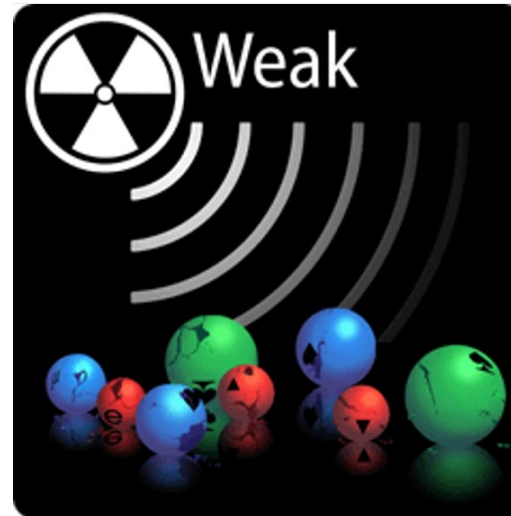
Gravedad



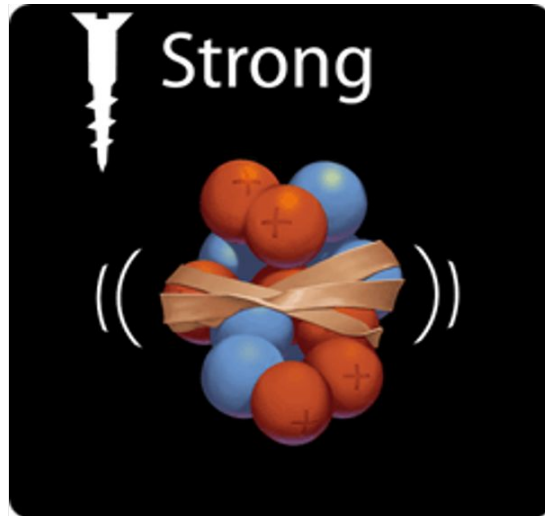
Electromagnetismo



Fuerza nuclear débil

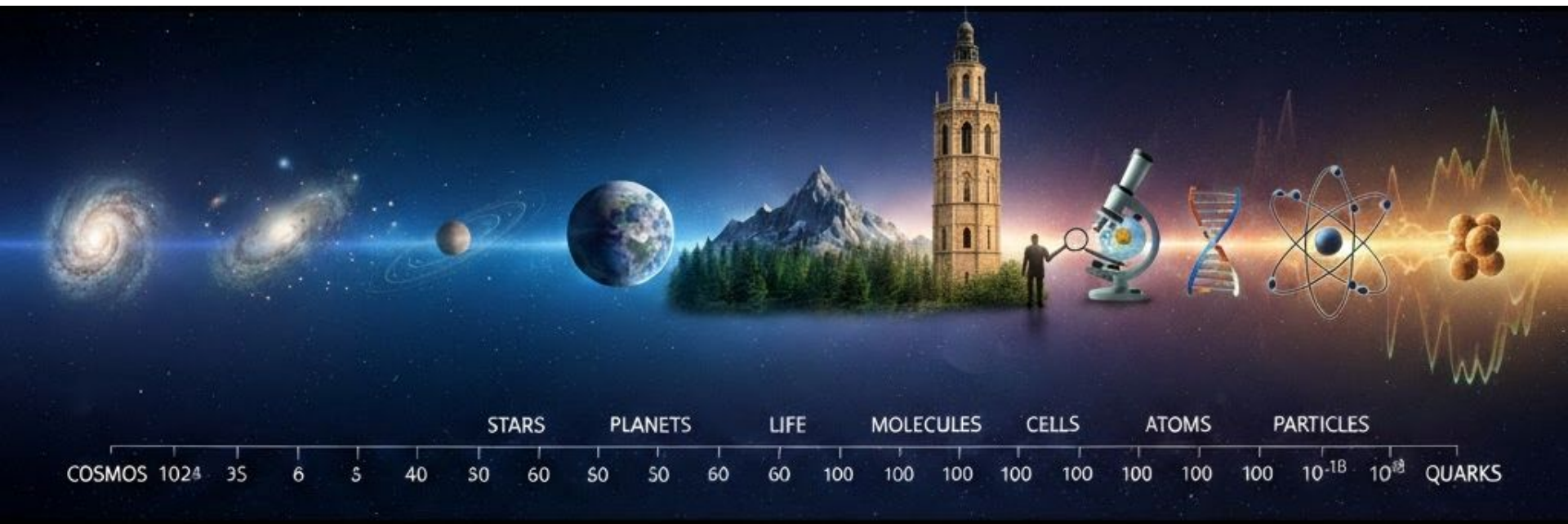


Fuerza nuclear fuerte

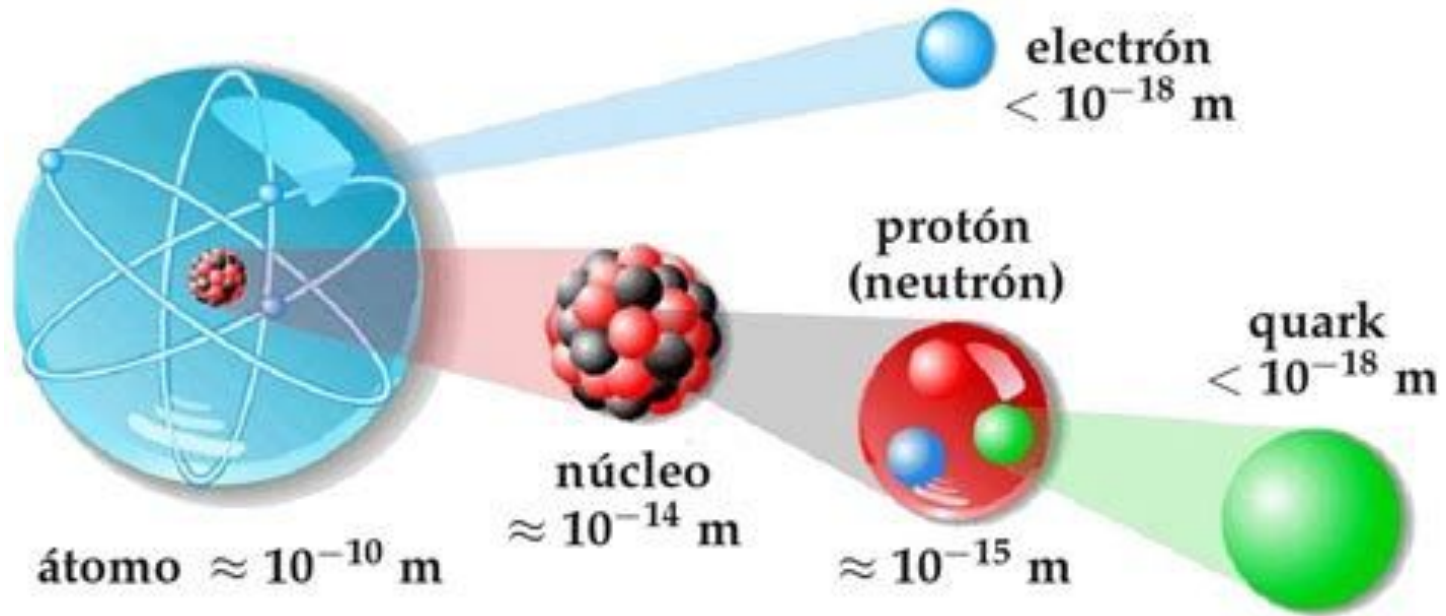


La física de partículas

La escala de la naturaleza



¿Cómo de minúsculo?



De los 4 elementos a la tabla periódica



Empédocles s. V a.C

Tabla periódica de los elementos

The image shows a standard periodic table of elements, color-coded by groups. A detailed callout for Iron (Fe) is provided, showing its atomic number (26), atomic mass (55.845), and various physical and chemical properties. Below the main table, there is a small diagram of the periodic table showing the blocks of elements (s, p, d, f) and a legend for the color-coding.

Legend for color-coding:

- metales alcalinos
- metales alcalinotérreos
- metales de transición
- metales
- no metales
- halógenos
- gases nobles
- elementos desiguales
- actínidos

Mendeleev s. XIX

Nuestra 'tabla periódica'

Modelo estándar de física de partículas

las tres generaciones de la materia (fermiones)						interacciones / transmisores de fuerzas (bosones)	
I		II		III			
masa	$\approx 2.16 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.273 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 172.57 \text{ GeV}/c^2$	0		0	$\approx 125.2 \text{ GeV}/c^2$
carga	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0		0	0
espín	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1		1	0
CUARKS	u cuark arriba	c cuark encantado	t cuark cima	g gluon	BOSONES DE GAUGE BOSONES VECTORIALES		
	$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ d cuark abajo	$\approx 93.5 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ s cuark extraño	$\approx 4.183 \text{ GeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ b cuark fondo	0 0 1 γ fotón			
	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ e electrón	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ μ muon	$\approx 1.77693 \text{ GeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ τ tauón	0 0 1 Z bosón Z			
LEPTONES	$< 0.8 \text{ eV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_e neutrino electrónico	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_μ neutrino muónico	$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ ν_τ neutrino tauónico	$\approx 80.3692 \text{ GeV}/c^2$ ± 1 1 W bosón W	BOSONES ESCALARES		

Nuestra 'tabla periódica'

Modelo estándar de física de partículas

las tres generaciones de la materia (fermiones)						interacciones / transmisores de fuerzas (bosones)	
I			II			III	
masa	$\approx 2.16 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.273 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 172.57 \text{ GeV}/c^2$			0	$\approx 125.2 \text{ GeV}/c^2$
carga	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$			0	0
espín	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$			1	0
CUARKS	u cuark arriba	c cuark encantado	t cuark cima	g gluon			H bosón de Higgs
	$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 93.5 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.183 \text{ GeV}/c^2$	0			
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0			
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1			
	d cuark abajo	s cuark extraño	b cuark fondo	γ fotón			
LEPTONES	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.77693 \text{ GeV}/c^2$	0			
	-1	-1	-1	0			
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1			
	e electrón	μ muon	τ tauón	Z bosón Z			
	$< 0.8 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$	± 1			
	0	0	0	1			
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	W bosón W			
	ν_e neutrino electrónico	ν_μ neutrino muónico	ν_τ neutrino tauónico				

Quarks

Dentro de e.g.
protones y neutrones

Leptones

Electrones + colegas
con más masa

Bosones

Median las fuerzas

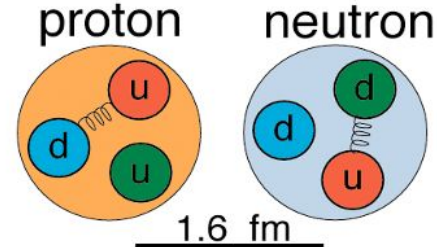
Nuestra 'tabla periódica'

Modelo estándar de física de partículas

las tres generaciones de la materia
(fermiones)

interacciones / transmisores
de fuerzas (bosones)

	I	II	III
masa	$\approx 2.16 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.273 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 172.57 \text{ GeV}/c^2$
carga	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
espín	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	u cuark arriba	c cuark encantado	t cuark cima
	$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 93.5 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.183 \text{ GeV}/c^2$
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	d cuark abajo	s cuark extraño	b cuark fondo
	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.77693 \text{ GeV}/c^2$
	-1	-1	-1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	e electrón	μ muon	τ tauón
	$< 0.8 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$
	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	ν_e neutrino electrónico	ν_μ neutrino muónico	ν_τ neutrino tauónico



Quarks

Dentro de e.g.
protones y neutrones

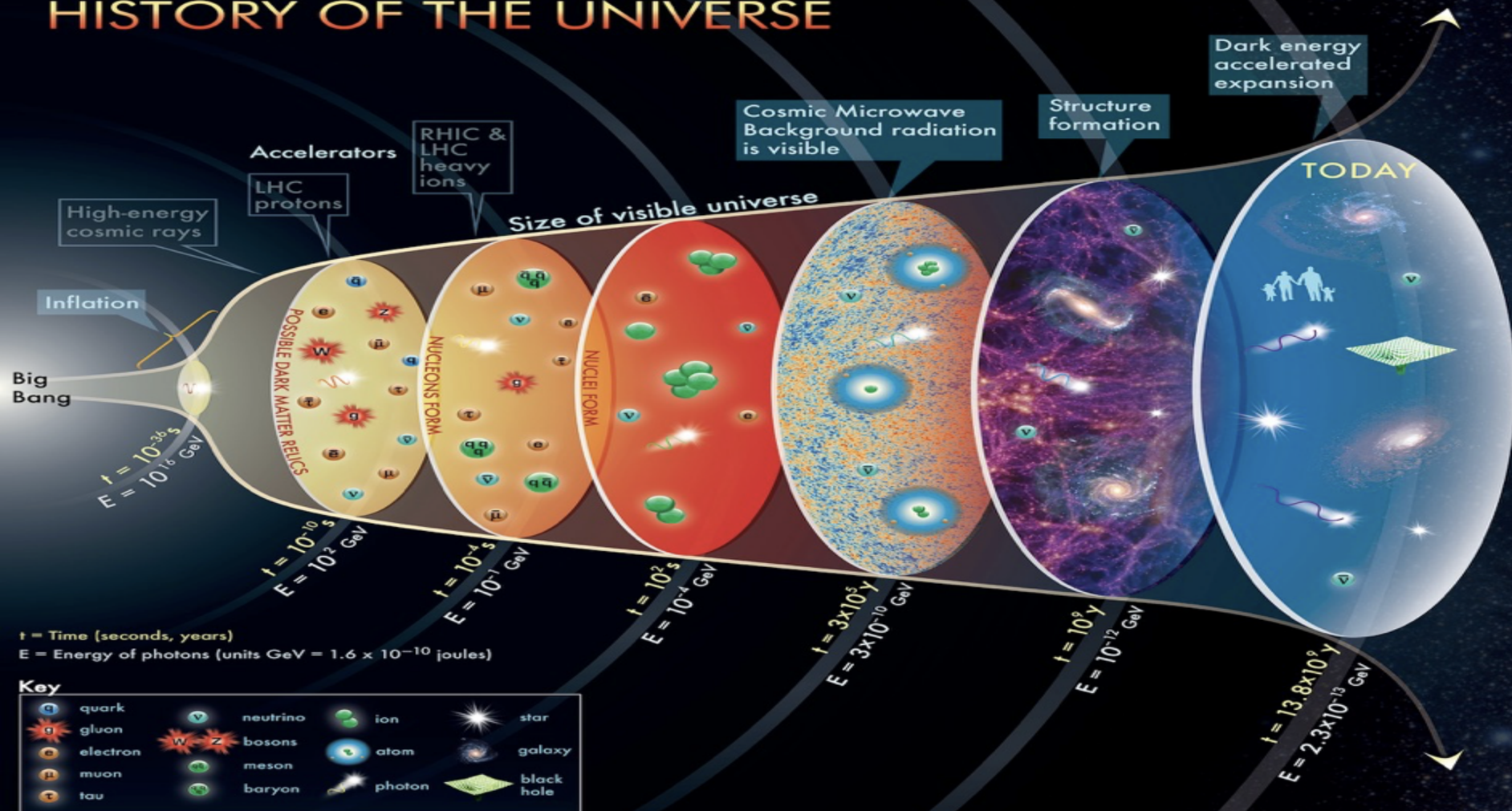
Leptones

Electrones + colegas
con más masa

BOSONES DE GAUGE
BOSONES VECTORIALES

BOSONES ESCALARES

HISTORY OF THE UNIVERSE

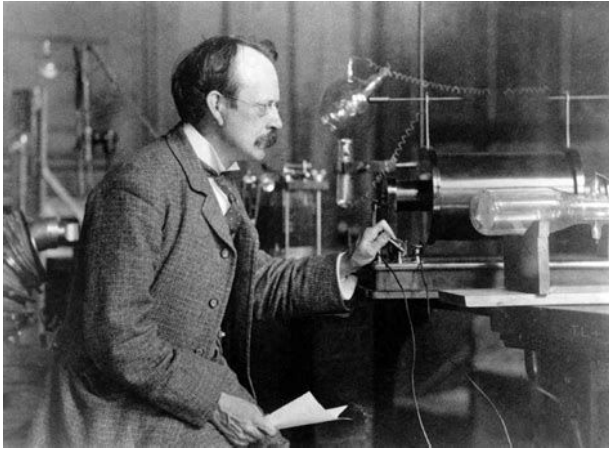


The concept for the above figure originated in a 1986 paper by Michael Turner.

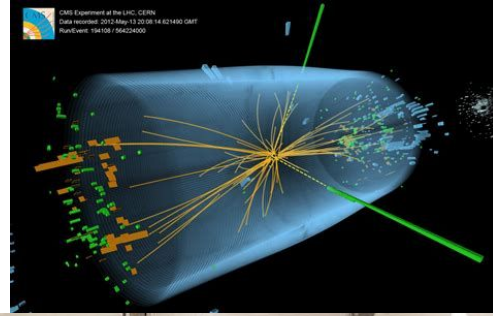
Particle Data Group, LBNL © 2015

Supported by DOE

Un puzzle centenario

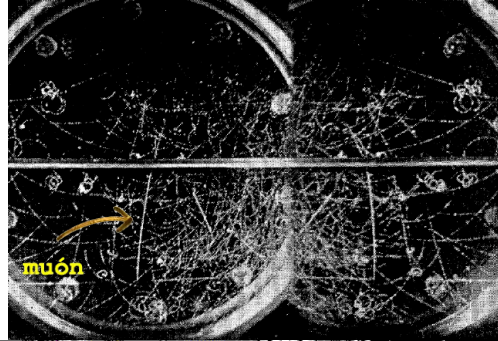


Descubrimiento del electrón
(J. Thomson, 1897)

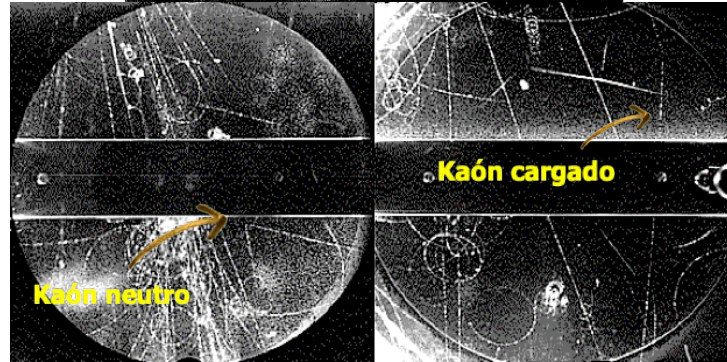


Descubrimiento del Higgs
(Higgs, Englert, ATLAS, CMS, 2012)

Con visitantes inesperados



Años 1930

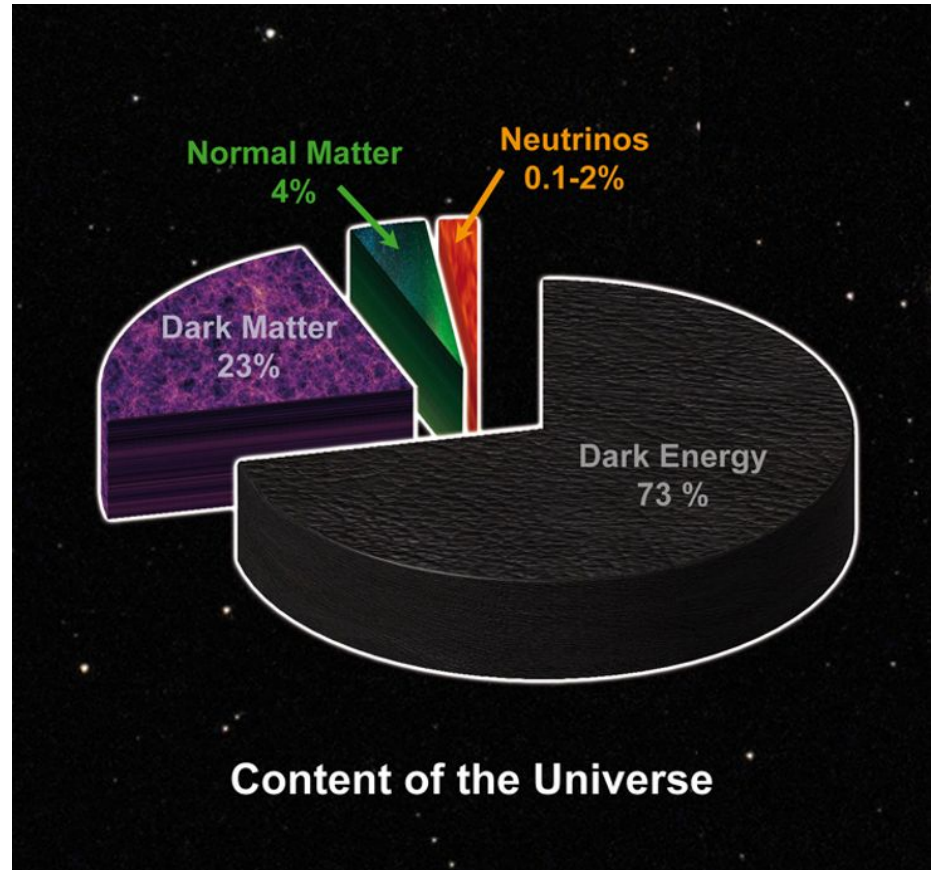


Años 1940

**Qué no explica el
Modelo Estándar?**

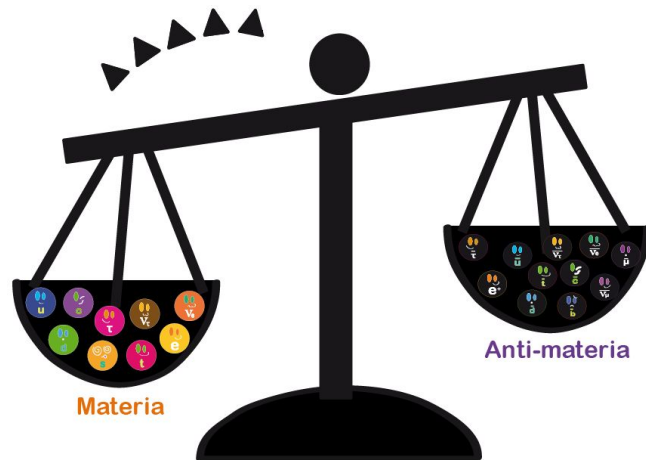
Energía oscura y Materia Oscura

- La **mayor parte** del contenido del universo
- Tenemos evidencias indirectas de que existen
- Tenemos diferentes teorías posibles para explicarla



Tampoco explica

- La interacción gravitatoria
 - ¿¿es por una partícula que no hemos visto todavía??
- La masa de los neutrinos
 - ¡¡En el Modelo Estándar su masa es 0!!
- La asimetría materia-antimateria
 - ¿¿Por qué hay más materia que antimateria??



Necesitamos Nueva Física que nos ayude con estas preguntas

**¿Cómo buscamos
las respuestas?**

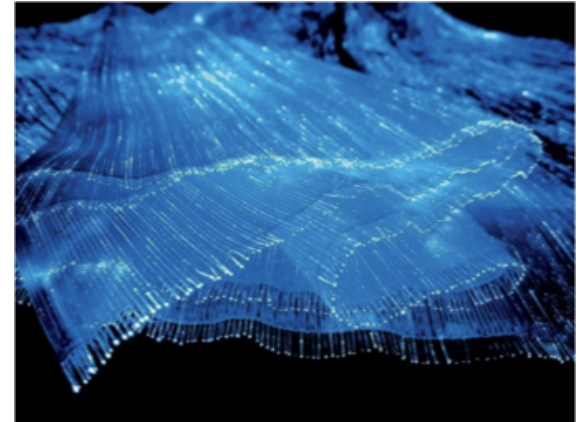
Detectores de partículas

- Dispositivos que nos proporcionan información de las partículas a través de su **interacción**

Cámara de niebla



Fibras ópticas centelleantes



¿Qué información nos dan?

Número de partículas

Tiempo de paso

Trayectoria

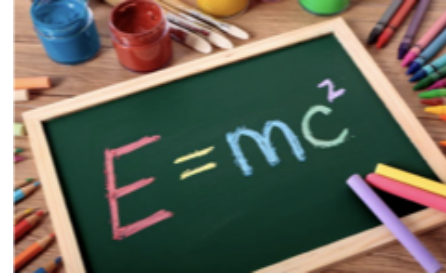
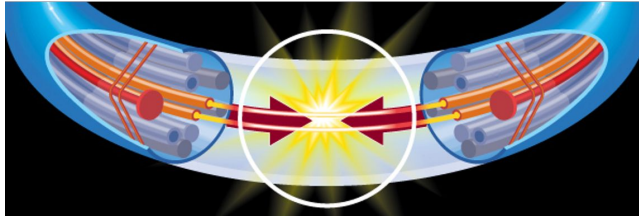
Cantidad de movimiento

Energía

Tipo de partícula

Aceleradores de partículas

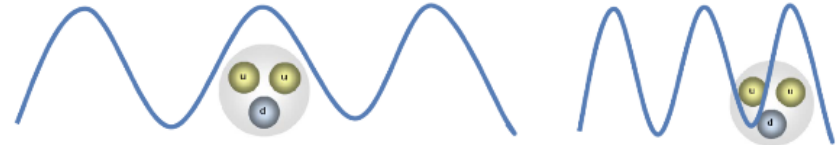
- Incremento Energía cinética de partículas en **haces**



A más energía al colisionar:

- Acceso a masas más grandes
- Menos longitud de onda → ver a menores distancias

→ Más probabilidad de ver partículas **nuevas**



EL CERN

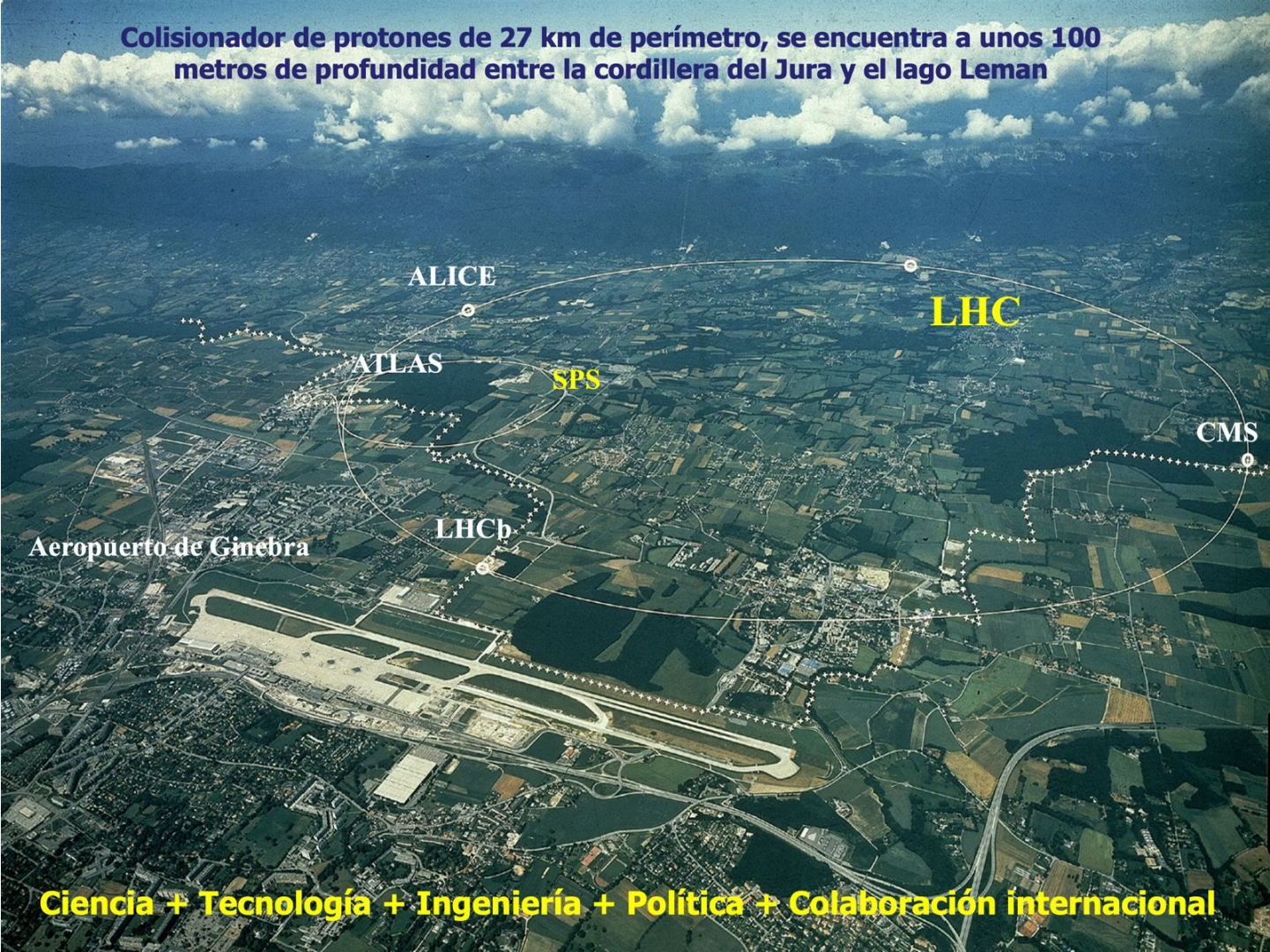
- Laboratorio Europeo de Física de Partículas
- Entre Suiza y Francia
- Creado en 1954
- Más de 100 países asociados o con acuerdos de cooperación



Large Hadron Collider

Colisionador de protones de 27 km de perímetro, se encuentra a unos 100 metros de profundidad entre la cordillera del Jura y el lago Lemán

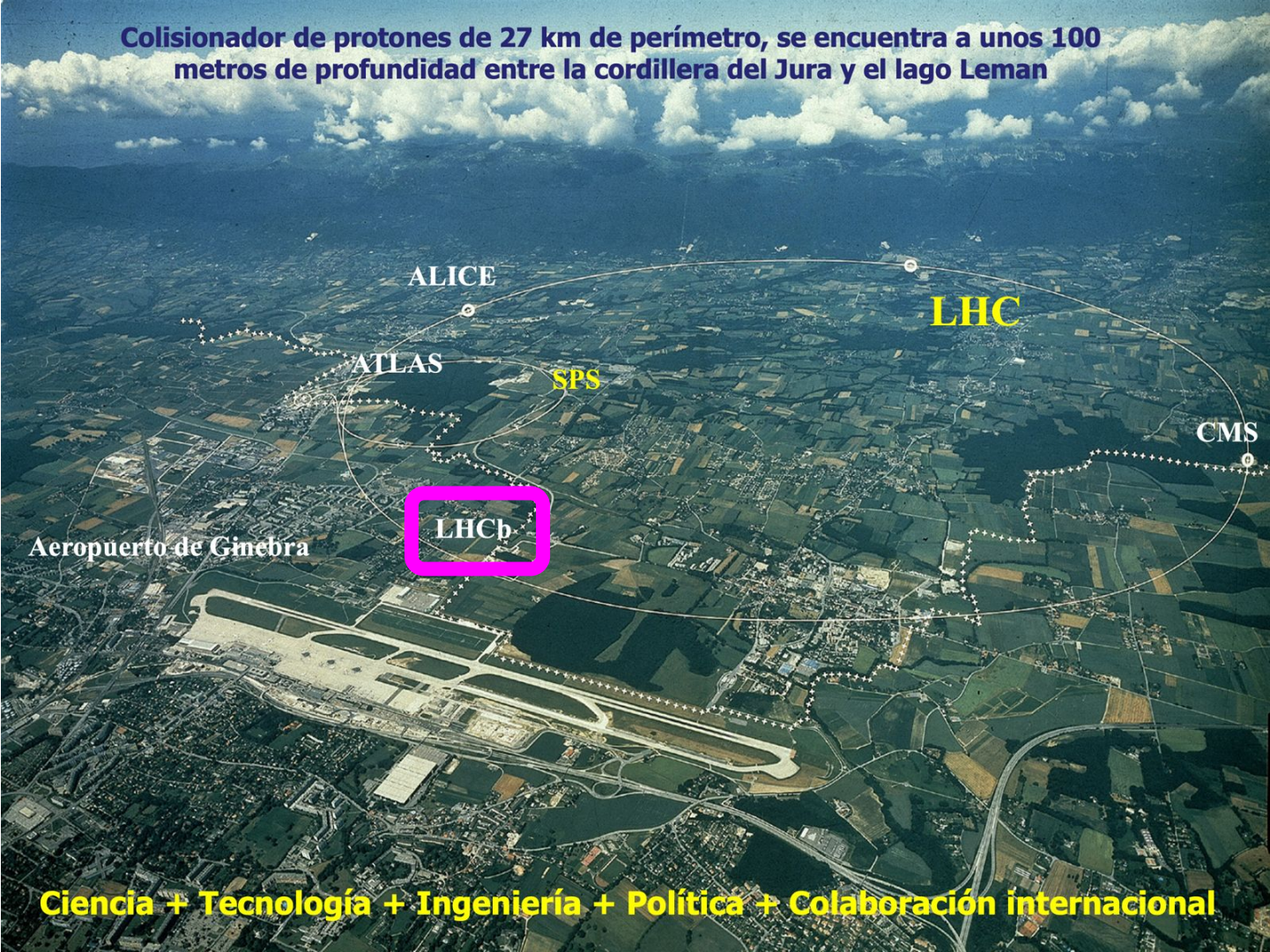
Larg



Ciencia + Tecnología + Ingeniería + Política + Colaboración internacional

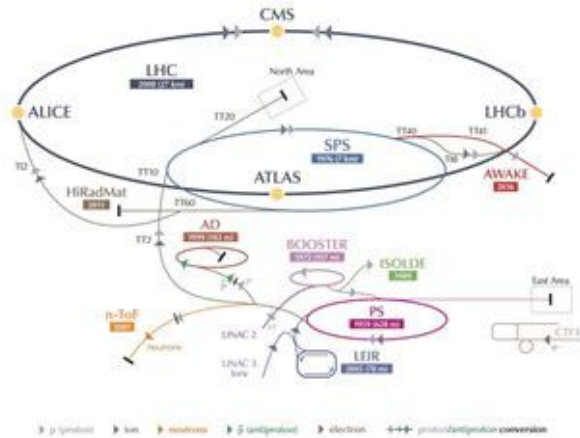
Colisionador de protones de 27 km de perímetro, se encuentra a unos 100 metros de profundidad entre la cordillera del Jura y el lago Lemán

Larg



Ciencia + Tecnología + Ingeniería + Política + Colaboración internacional

CERN's Accelerator Complex



LHC: Large Hadron Collider SPS: Super Proton Synchrotron PS: Proton Synchrotron

AD: Antiproton Decelerator CTIF: CERN Test Facility AWAKE: Advanced WAKEfield Experiment BOOSTER: Booster ISOLDE: Isotope Separator On-Line

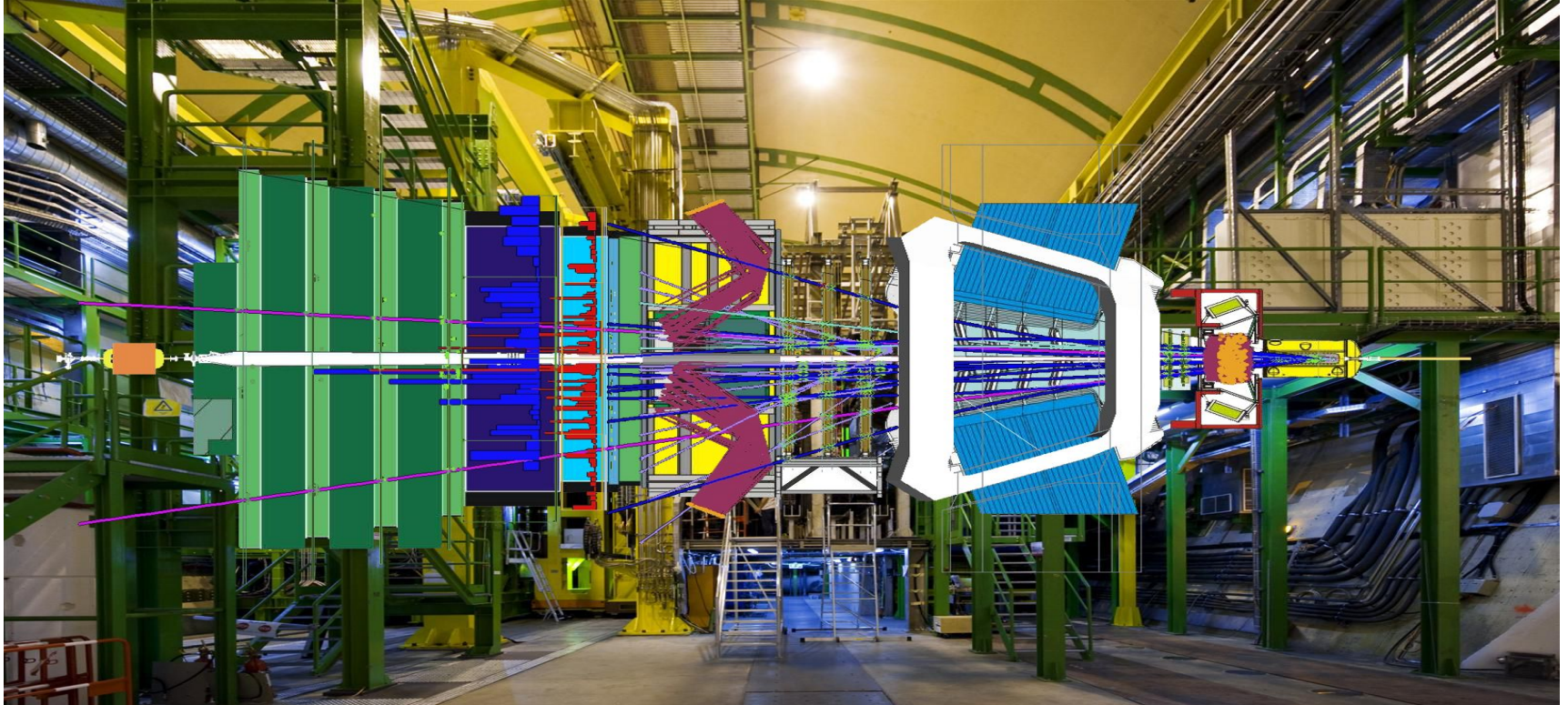
LEIR: Low Energy Ion Ring EPAC 2: Electron-Proton Accelerator Complex 2 n-ToF: Neutron Time-of-Flight HIRadMat: High-Radiation to Materials



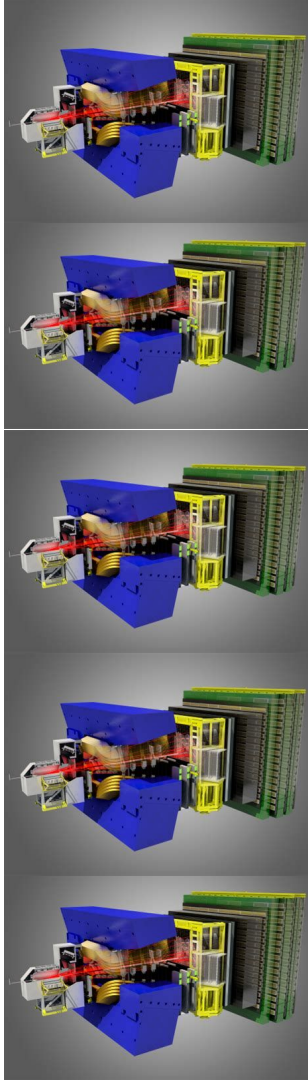
El LHCb



El LHCb

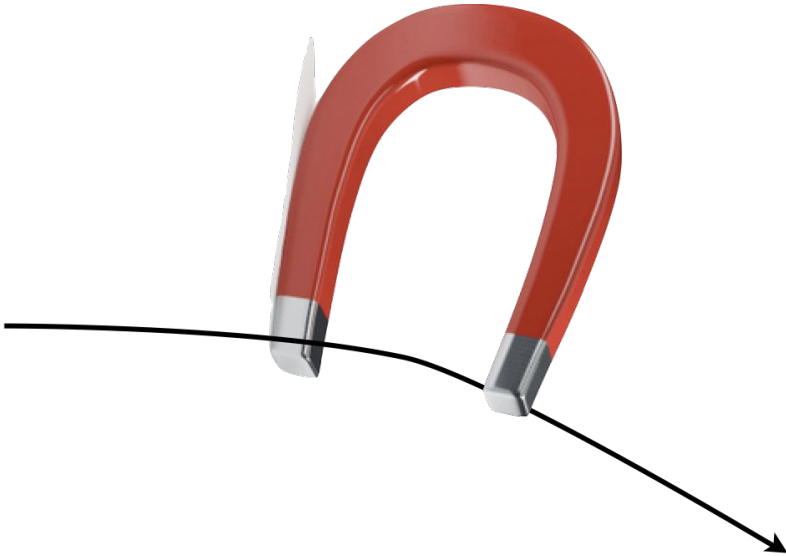


A escala

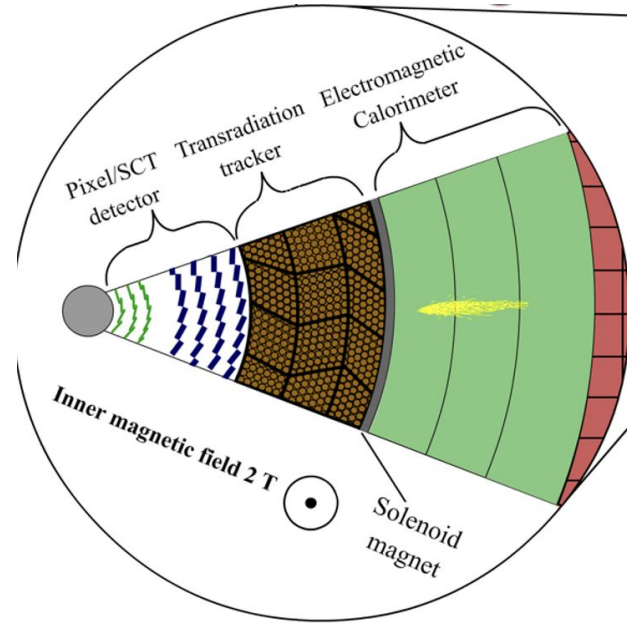


¿Cómo se detectan las partículas?

Partículas **cargadas**:

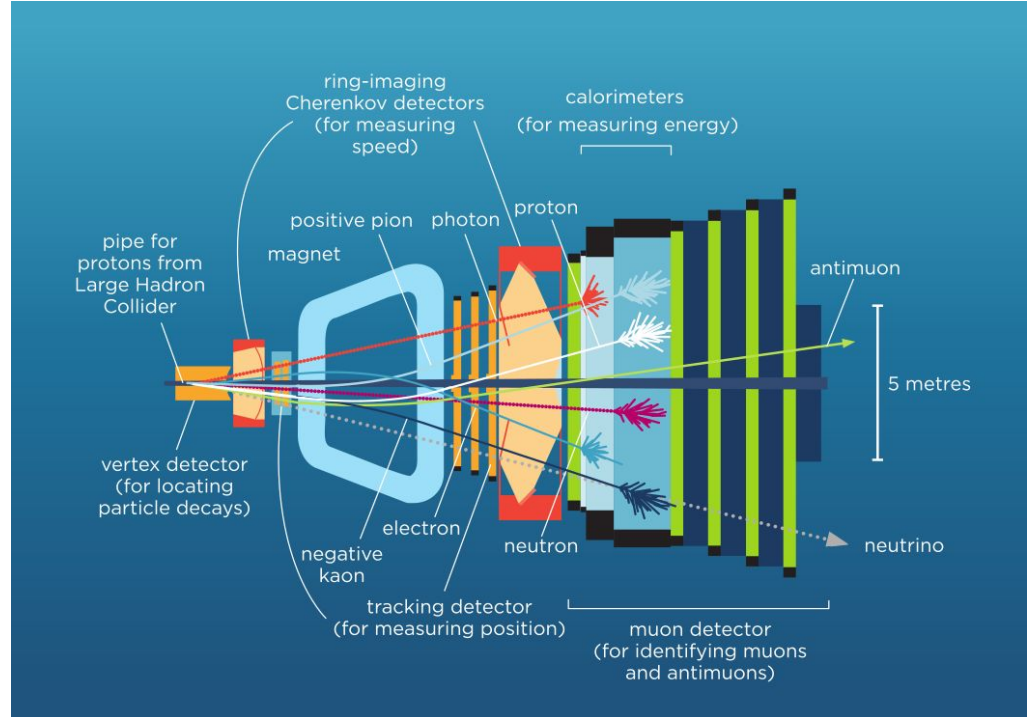
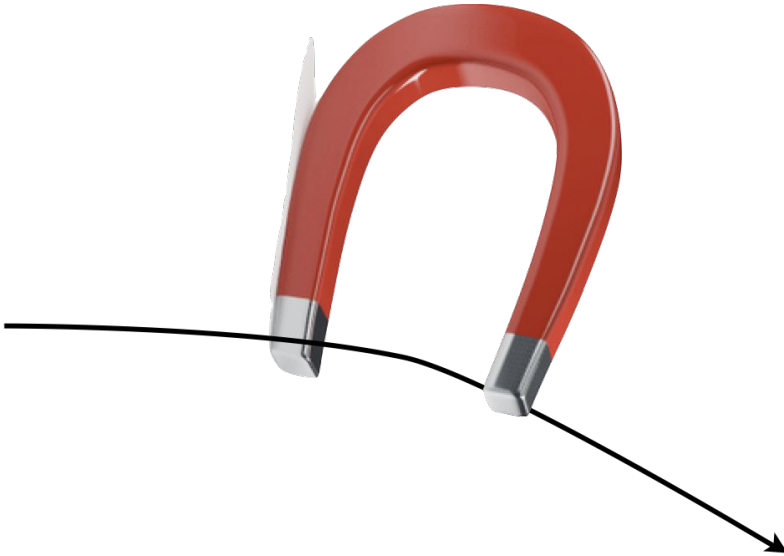


Partículas **neutras**:

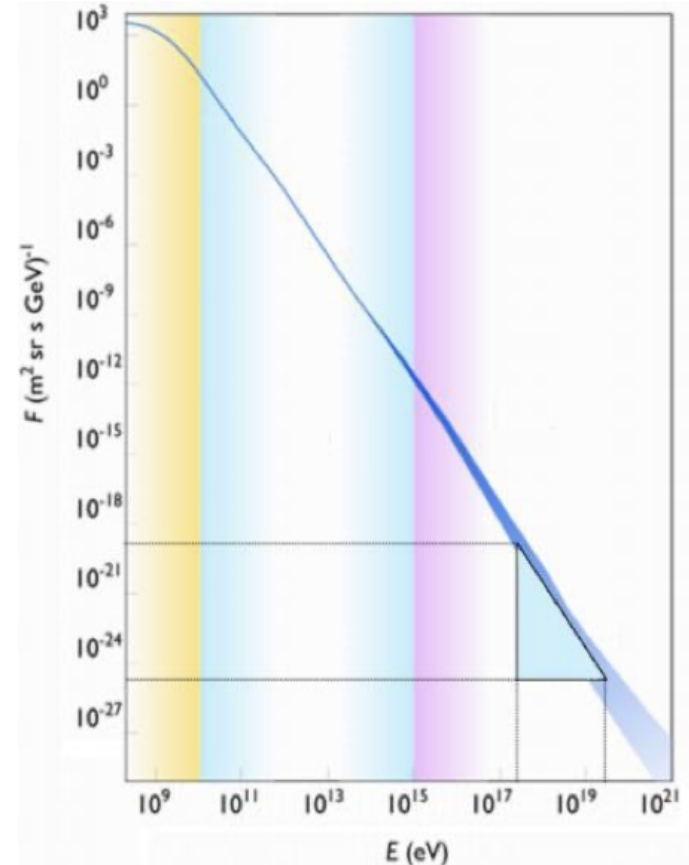
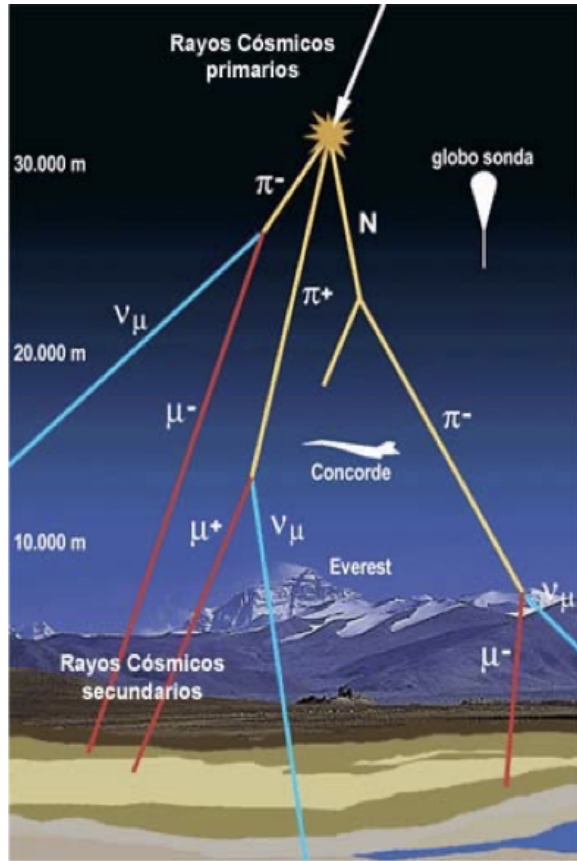


¿Cómo se detectan las partículas?

Partículas cargadas:



Aceleradores de partículas cósmicas



Otras aplicaciones

La gran mayoría de aceleradores de partículas se usan en **industria y medicina**

Energía y Medio Ambiente

Irradiación de materiales
Reactores de fisión avanzados
Reactores de fusión termonuclear
Tratamiento de residuos nucleares

Seguridad

Detección e inspección de materiales
Radiografía de protones

Ciencia de Materiales

Producción de nuevos materiales
Luz de sincrotrón (análisis RX)

Industria)

Fabricación de chips
Aeroespacial
Farmacéutica y química
Metalúrgica, petróleo, automoción,...

Medicina y salud

Esterilización y conservación de alimentos
Diagnóstico
Radioterapia y cirugía

Física Nuclear

Producción de nuevos núcleos
Producción de haces radiactivos
Datación, por ej. carbono 14



iGracias por vuestra atención!