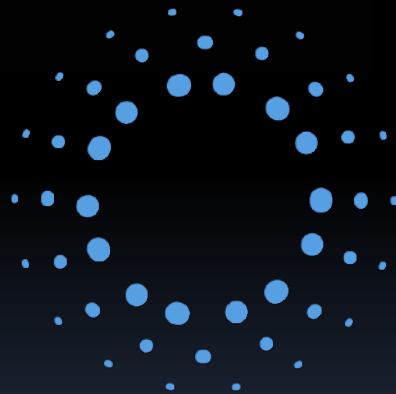


Aventuras em Física Teórica

Introdução à Física de Partículas

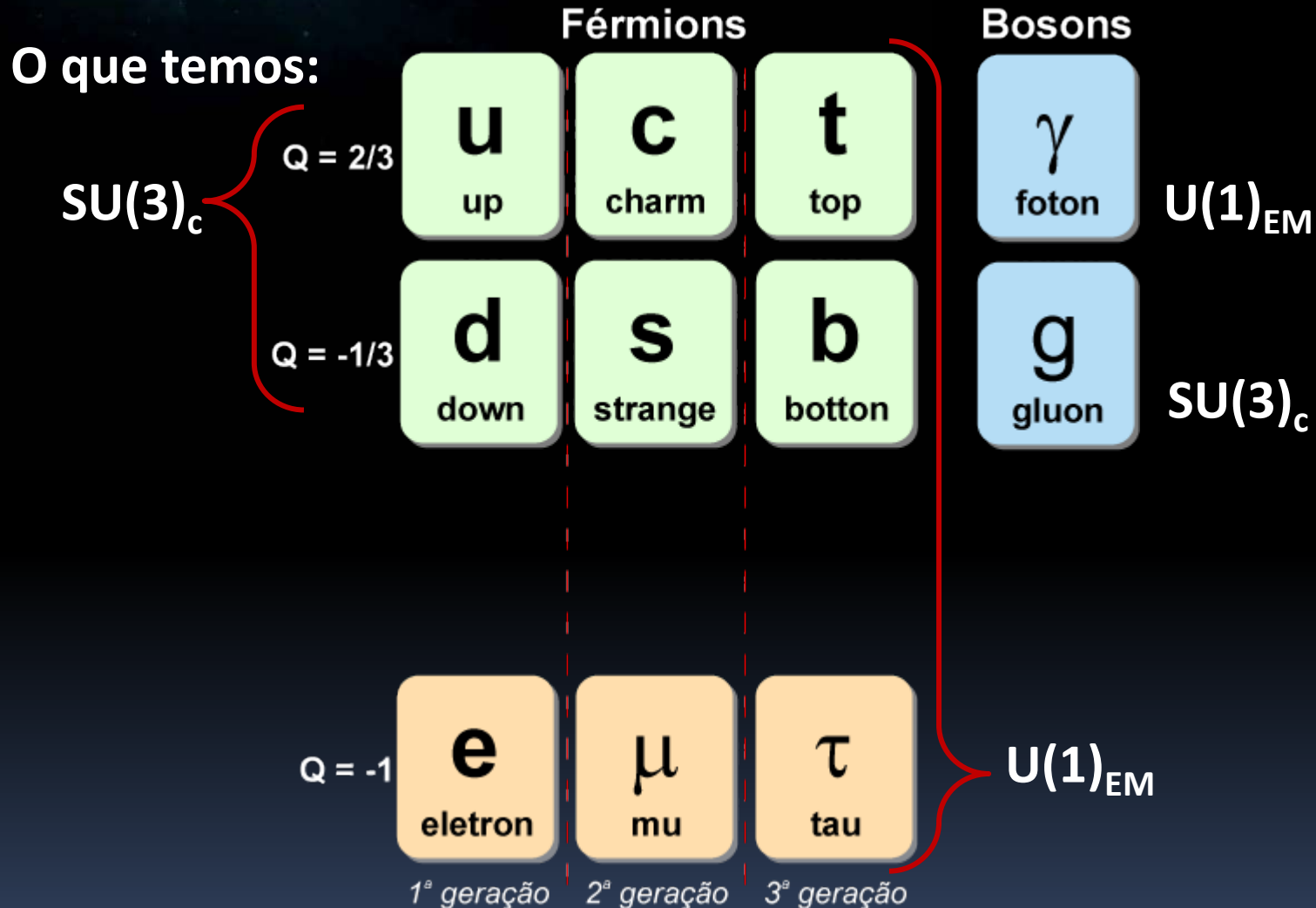
Ricardo D'Elia Matheus



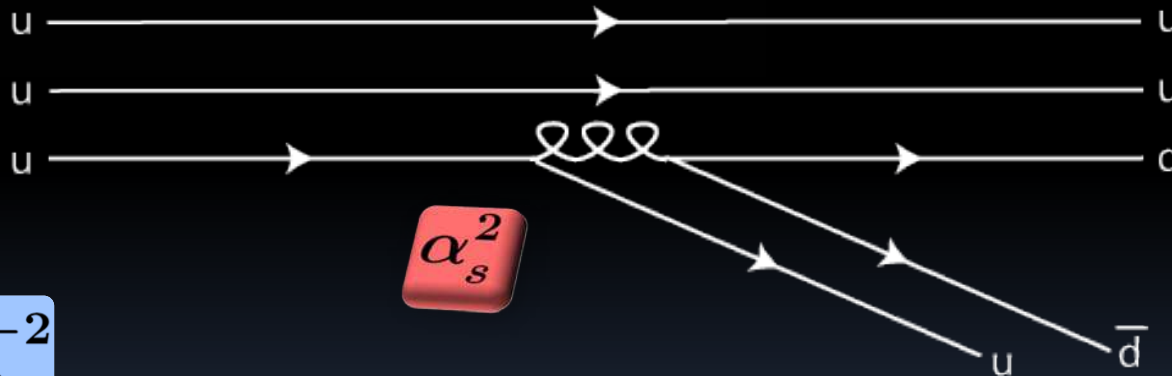
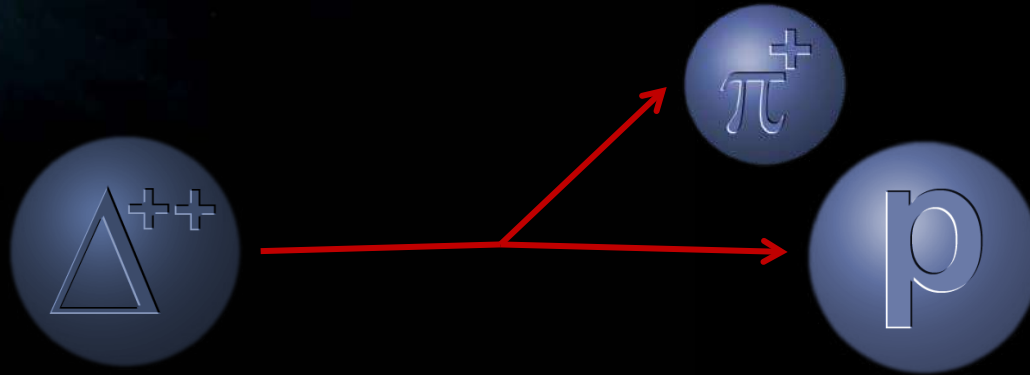
IFT - UNESP

INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA

Construindo o Modelo Padrão da Física de Partículas



Intensidade das Interações

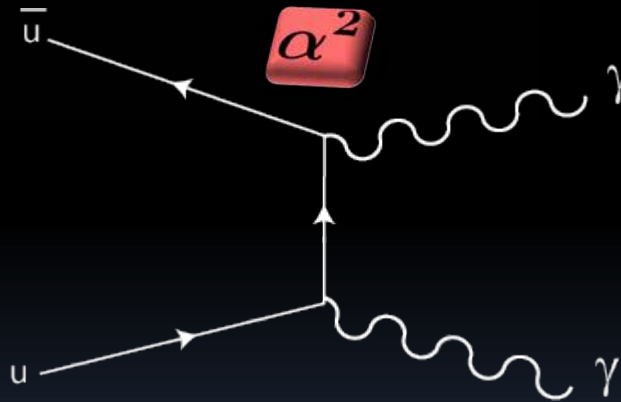
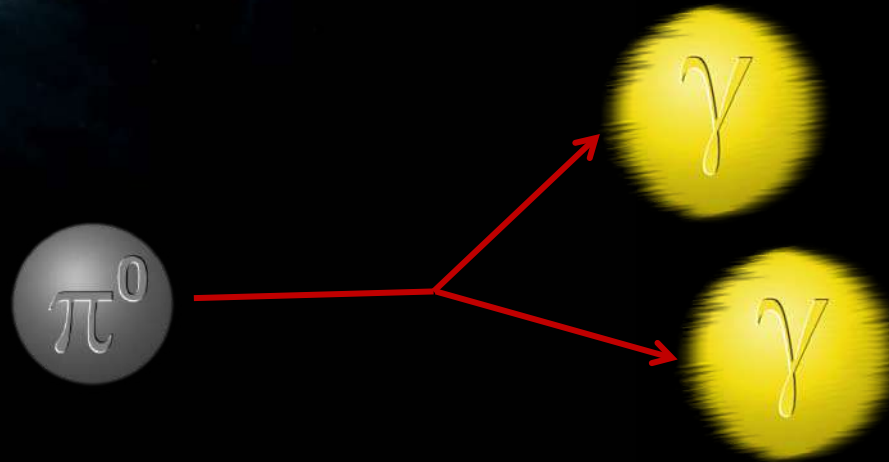


QCD

$$\tau_s \propto \alpha_s^{-2}$$

O tempo médio desse decaimento é de 10^{-23} s.

Intensidade das Interações



QED

$$\tau_{em} \propto \alpha^{-2}$$

O tempo médio desse decaimento é de 10^{-16} s.

Intensidade das Interações



$$\frac{\tau_{em}}{\tau_s} \simeq \left(\frac{\alpha_s}{\alpha} \right)^2 = 10^4 \sim 10^6$$

QCD vs. QED

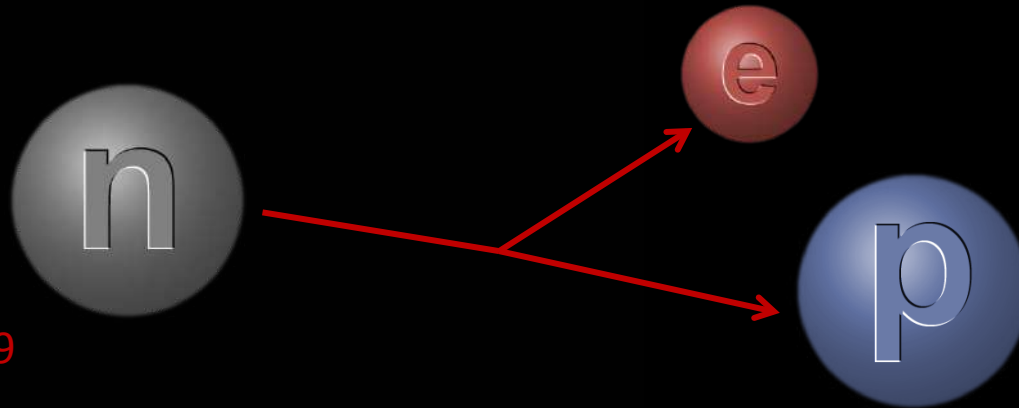
A força nuclear fraca

Decaimento Beta



E. Rutherford

1899



A vida média do nêutron é de 15 minutos! Diversas outras partículas foram observadas - com vidas médias bem mais curtas - mas ainda longas demais para QCD ou QED. Mesmo se pegarmos as que decaem mais rápido (10^{-10} s), parece haver força(s) nova(s) por aí. Assumindo que existe algo equivalente a α , podemos estimar que (para $\tau = 10^{-10}$ s):

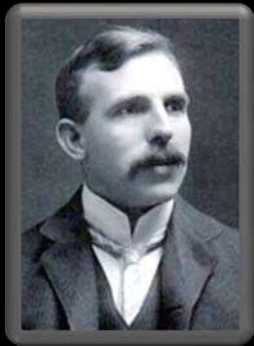
$$\alpha_s \simeq 1$$

$$\alpha \simeq 10^{-2}$$

$$\alpha_W \simeq 10^{-6}$$

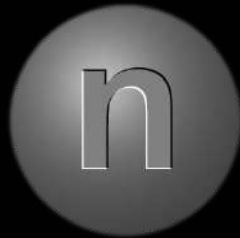
A força nuclear fraca

Decaimento Beta

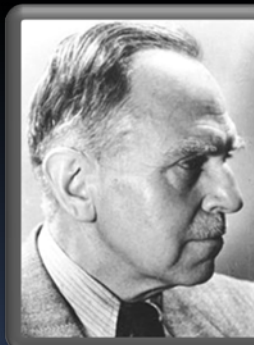
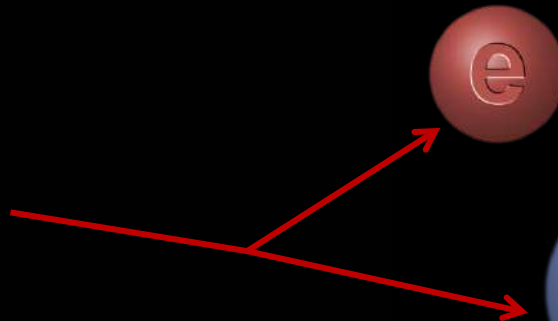


E. Rutherford

1899



$$E_e = 0,782 \text{ MeV}$$

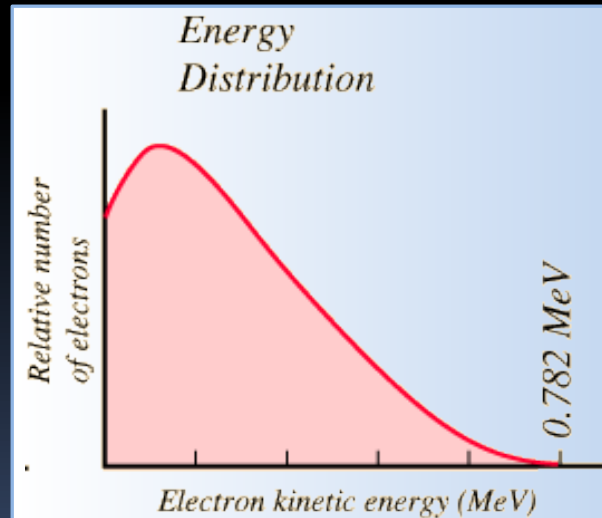


O. Hahn



L. Meitner

1911



Missing Energy!

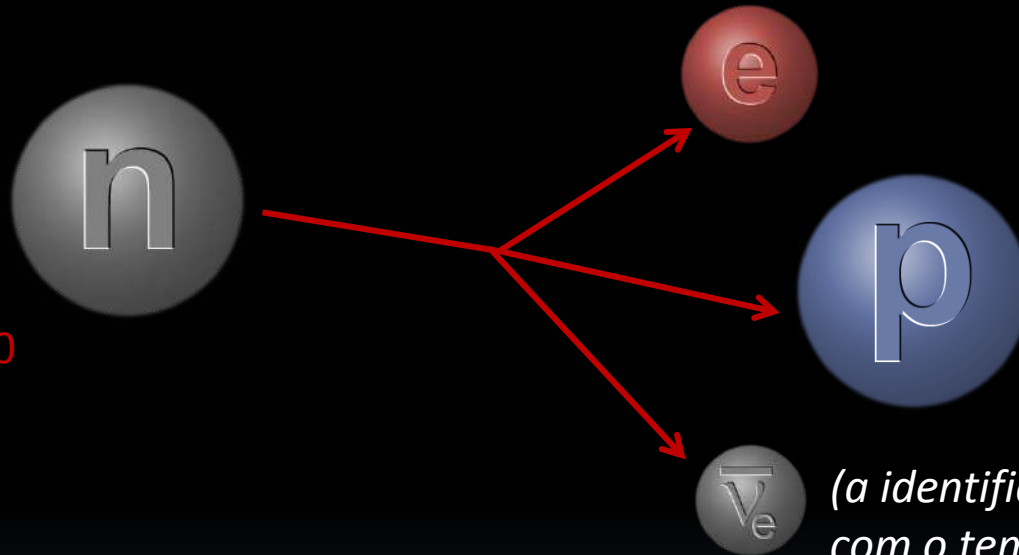
A força nuclear fraca

Decaimento Beta

W. Pauli



1930



(a identificação precisa viria com o tempo)

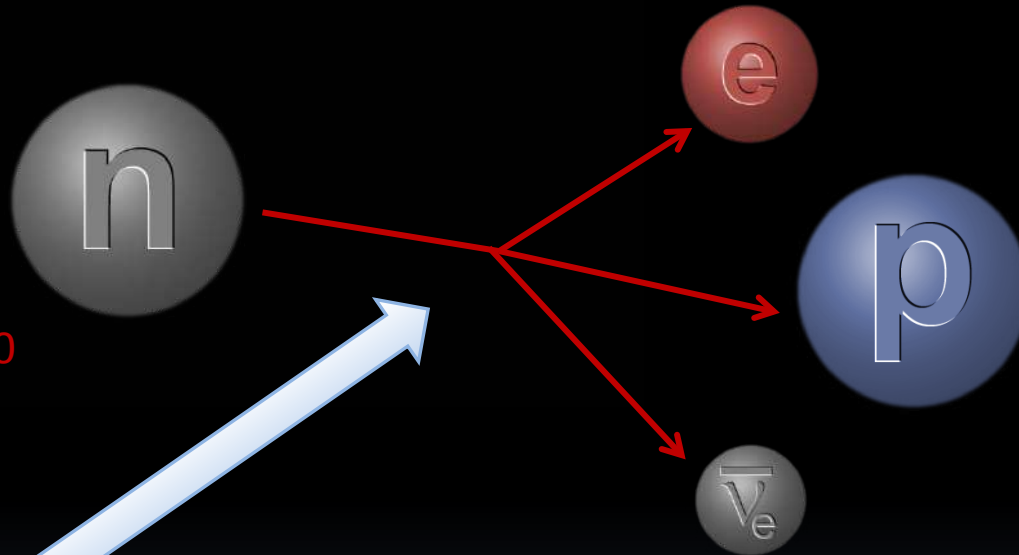
A força nuclear fraca

Decaimento Beta

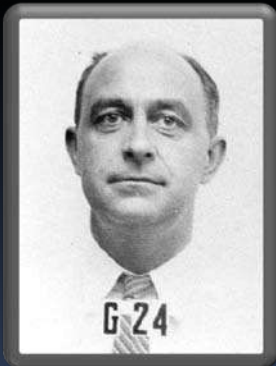
W. Pauli



1930



E. Fermi

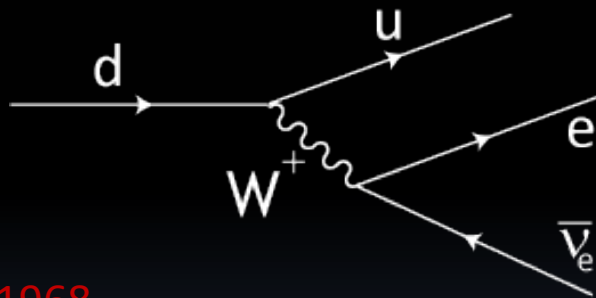
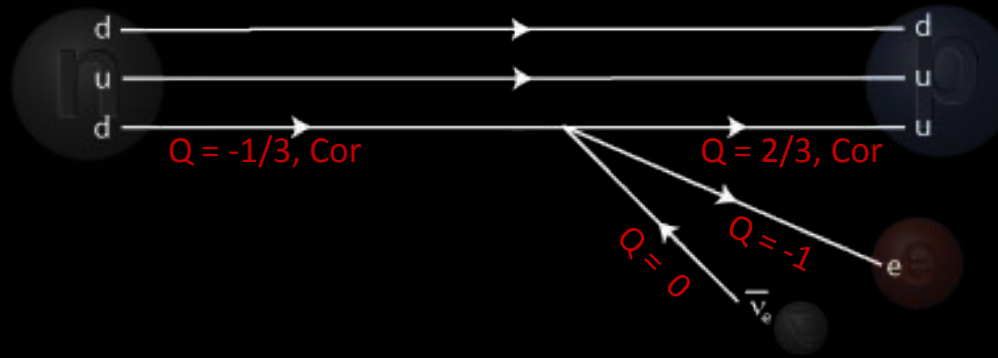
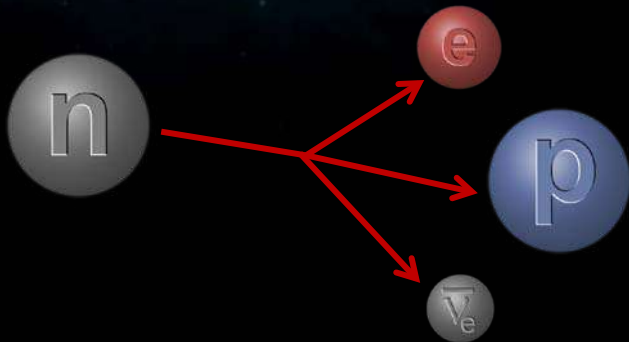


1933

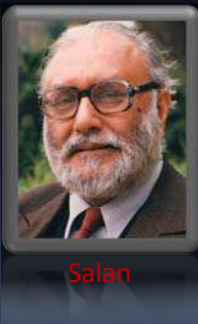
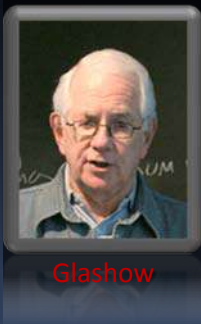
Interação de Fermi (entre 4 férmions)

Teoria Eletrofraca (GWS)

Decaimento Beta:



1968



Bósons de Gauge
do modelo GWS

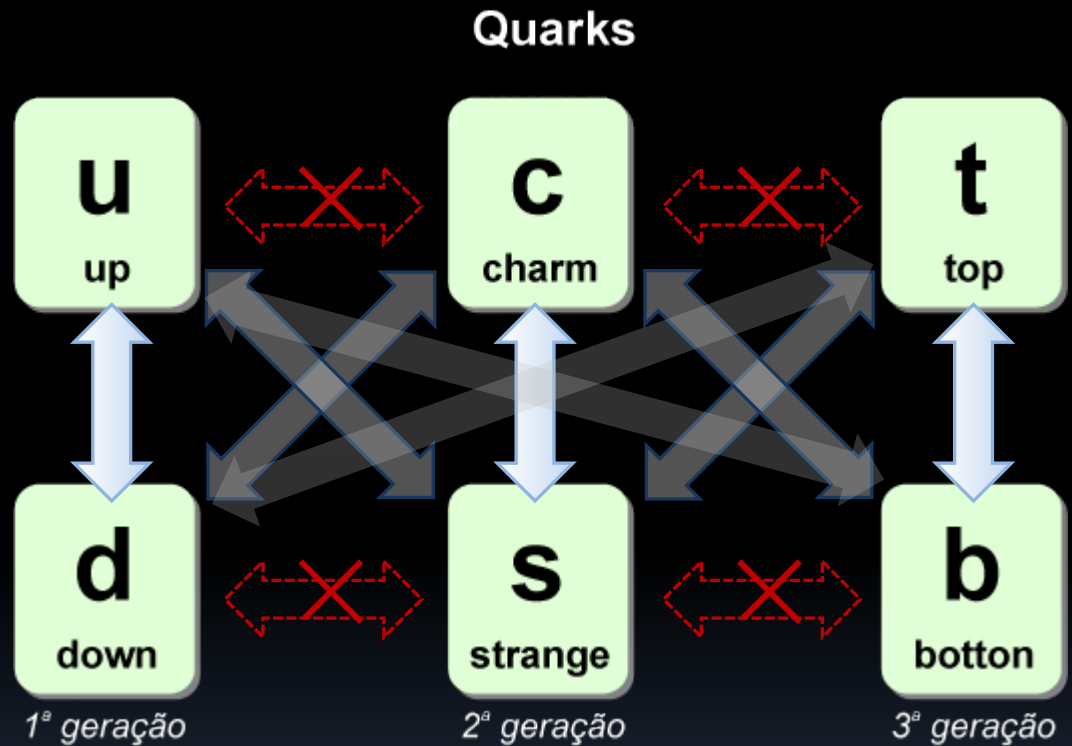
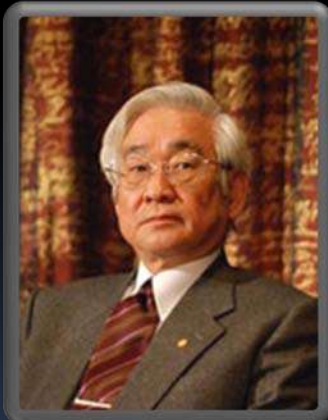
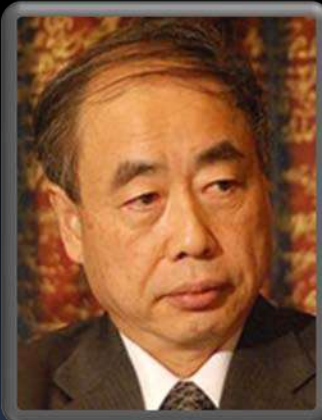


Teoria Eletrofraca (GWS)

Matriz CKM (1973)

M. Kobayashi

T. Maskawa



O Modelo Padrão

	Férmions			Bosons
$Q = 2/3$	u up	c charm	t top	γ foton
$Q = -1/3$	d down	s strange	b botton	g gluon
$Q = 0$	ν_e neutrino do eletron	ν_μ neutrino do mu	ν_τ neutrino do tau	Z boson Z
$Q = -1$	e eletron	μ mu	τ tau	W bosons W
	1ª geração	2ª geração	3ª geração	

Correntes neutras
1973

Gargamelle



O Modelo Padrão

	Férmions			Bosons
$Q = 2/3$	u up	c charm	t top	γ foton
$Q = -1/3$	d down	s strange	b botton	g gluon
$Q = 0$	ν_e neutrino do eletron	ν_μ neutrino do mu	ν_τ neutrino do tau	Z boson Z
$Q = -1$	e eletron	μ mu	τ tau	W bosons W
	1ª geração	2ª geração	3ª geração	

UA1 - SPS



1983

1983

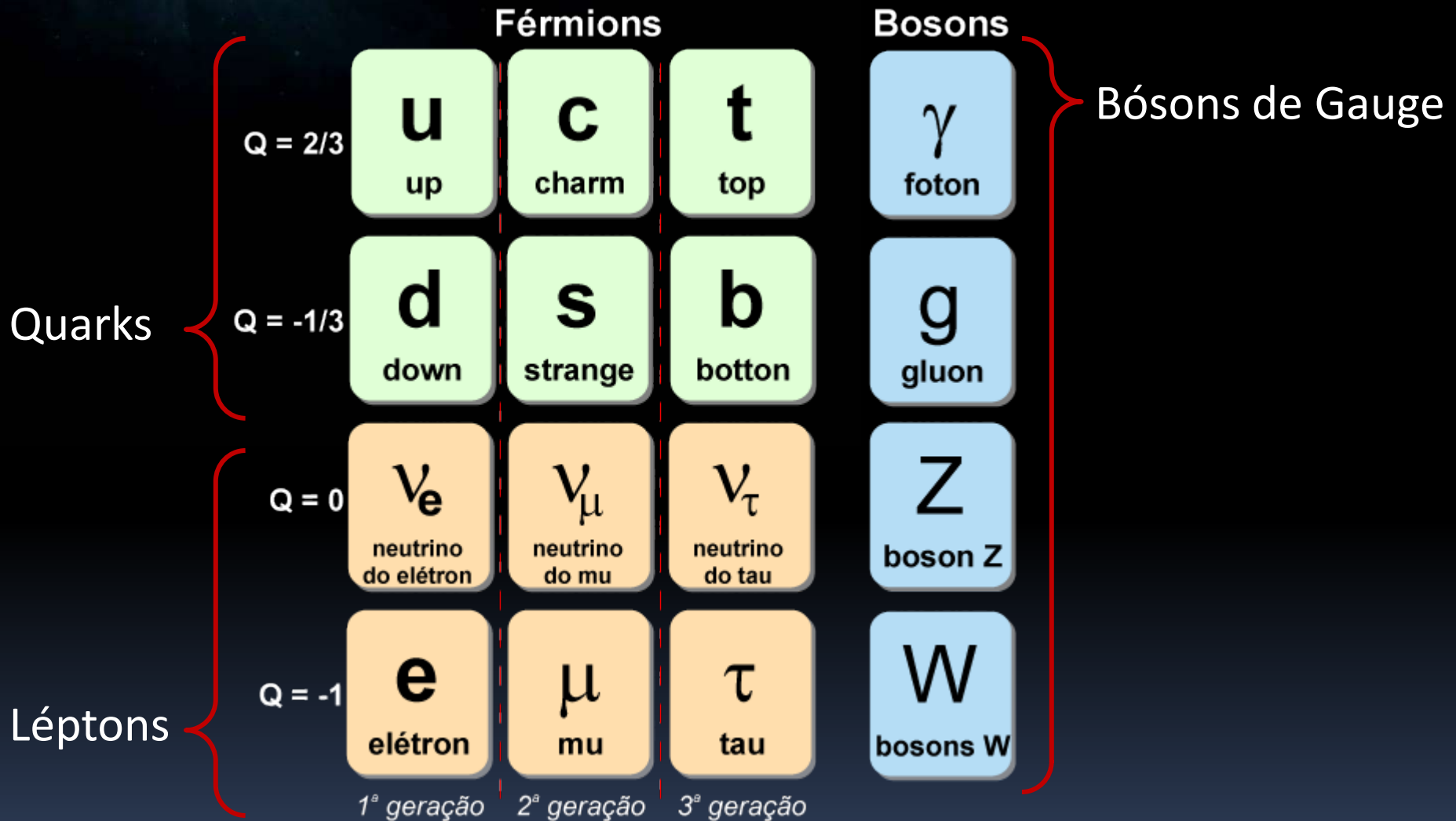
Rubbia



van der Meer



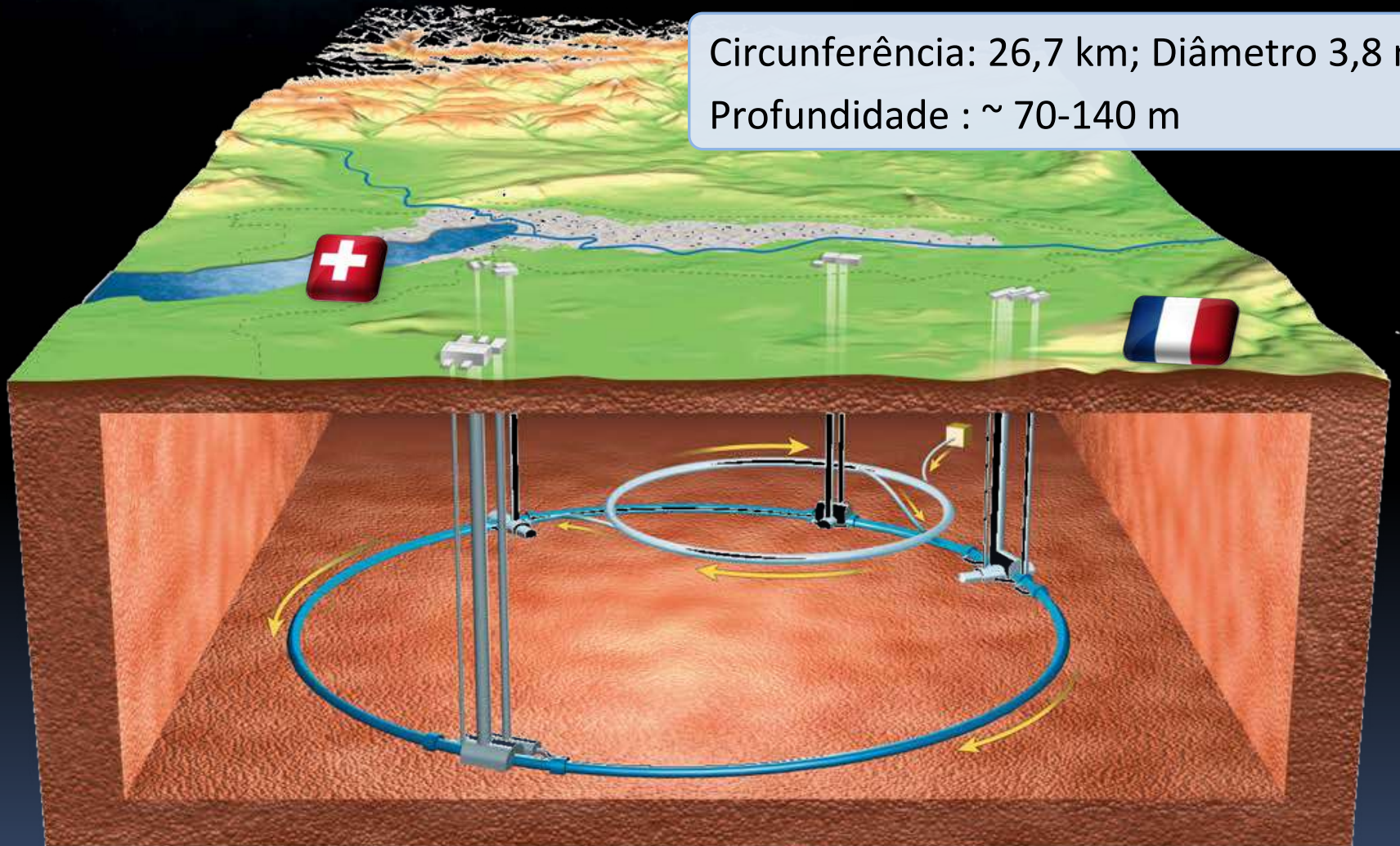
O Modelo Padrão



E como acelerar?

A maior máquina já construída: o Large Hadron Collider (LHC)

Circunferência: 26,7 km; Diâmetro 3,8 m
Profundidade : ~ 70-140 m

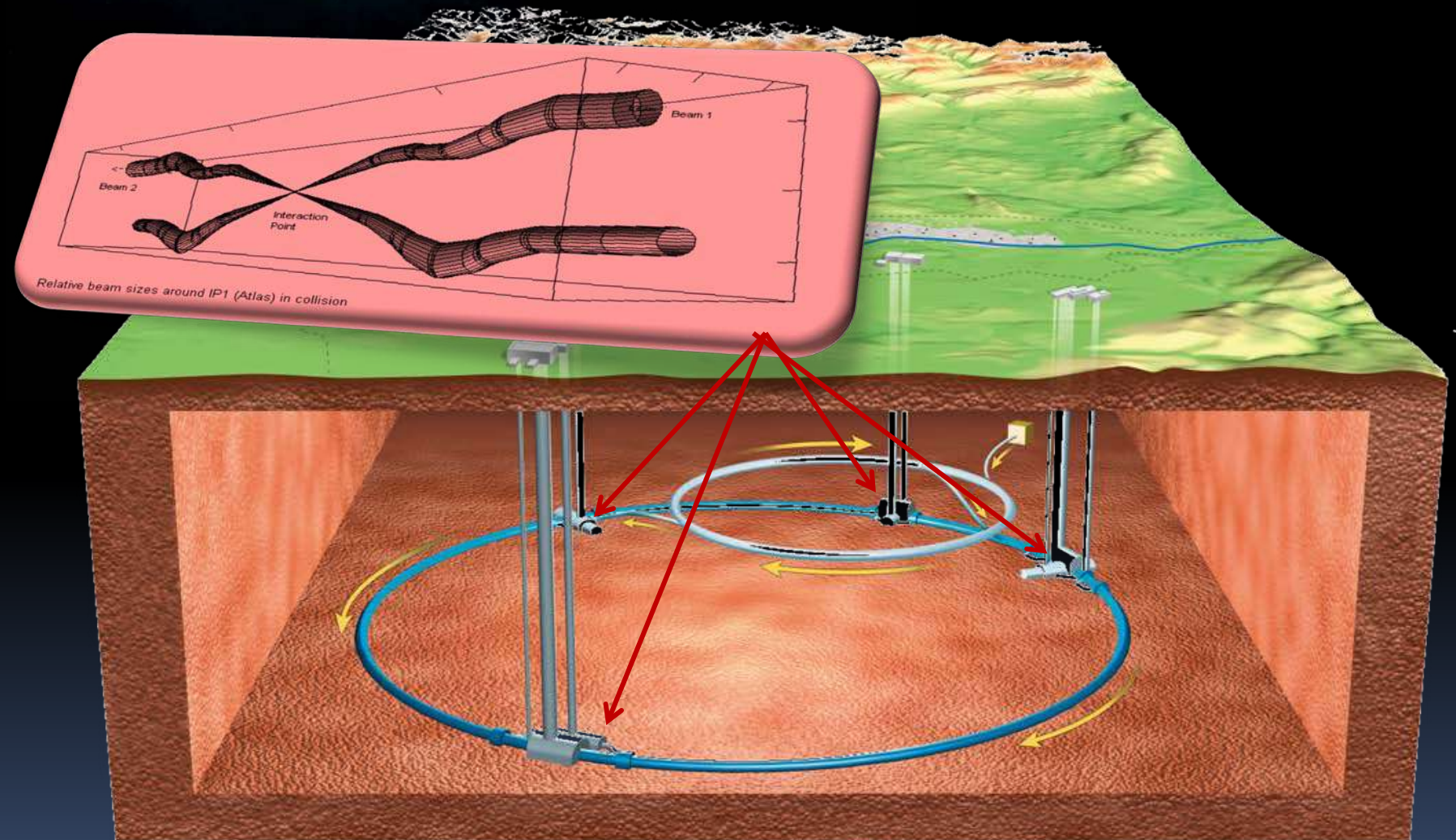


A maior máquina já construída: o LHC



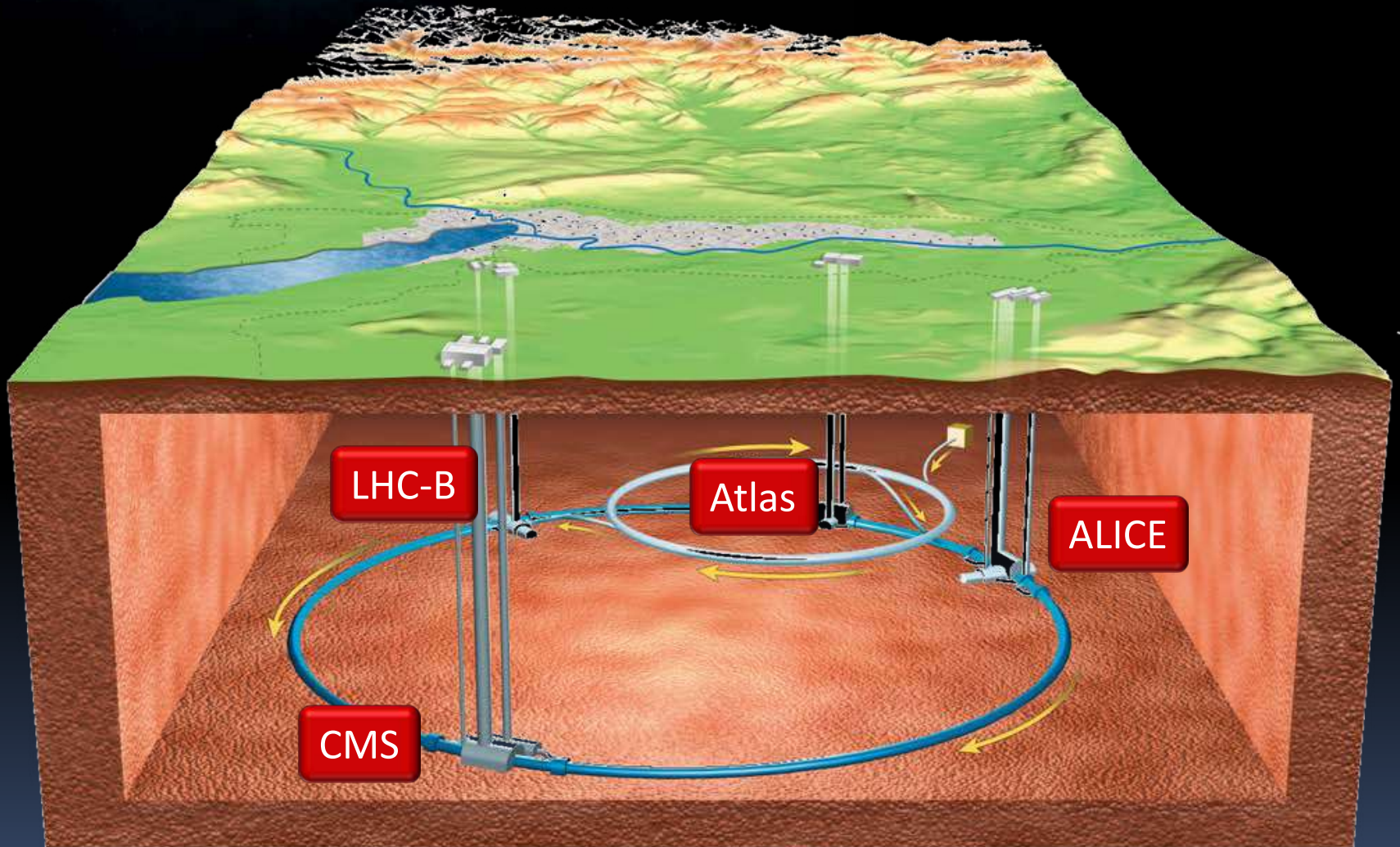
O LHC (Large Hadron Collider)

A maior máquina já construída: o LHC



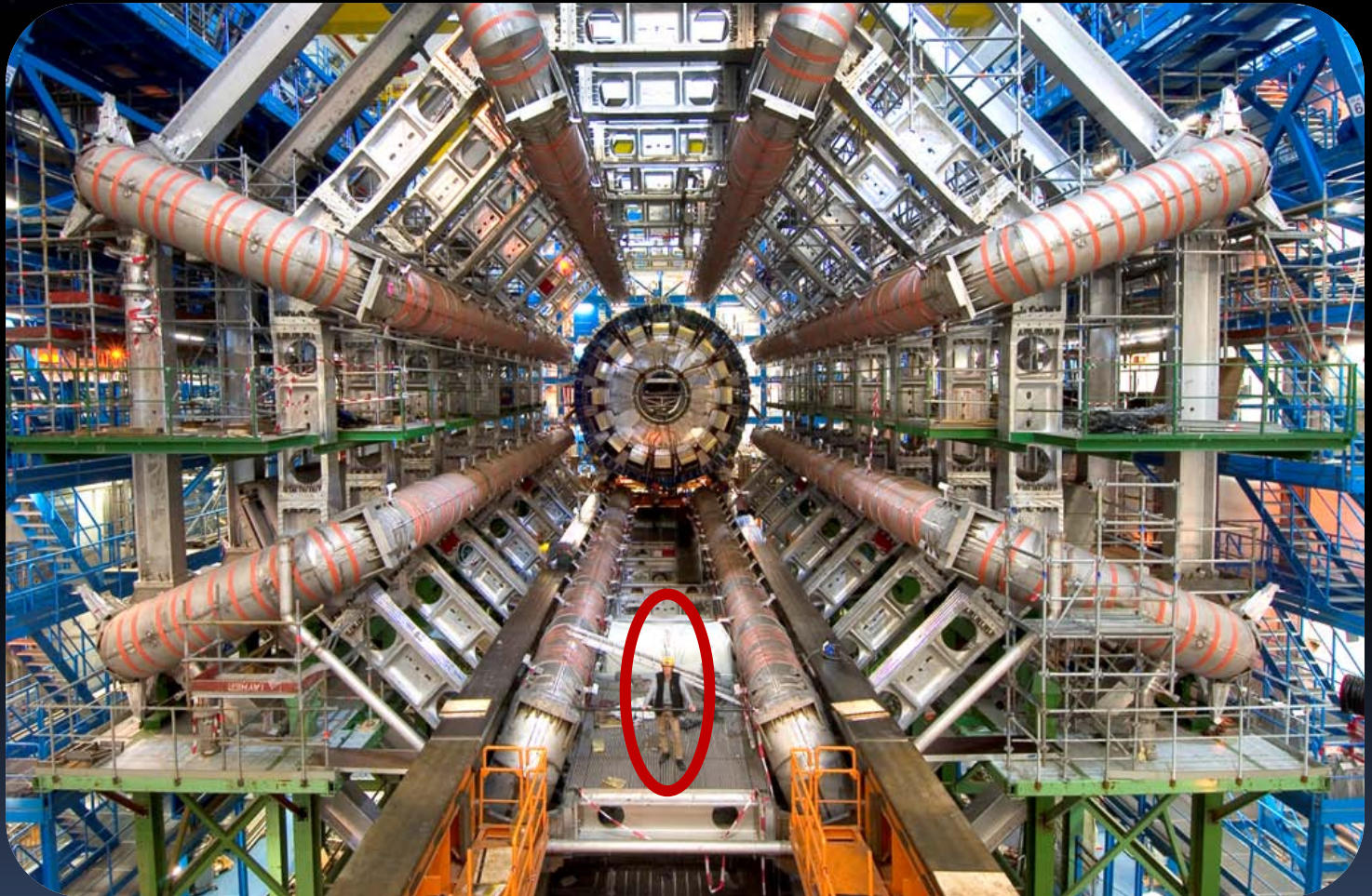
O LHC (Large Hadron Collider)

A maior máquina já construída: o LHC



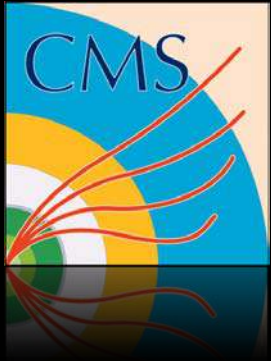
O LHC (Large Hadron Collider)

A maior máquina já construída: o LHC

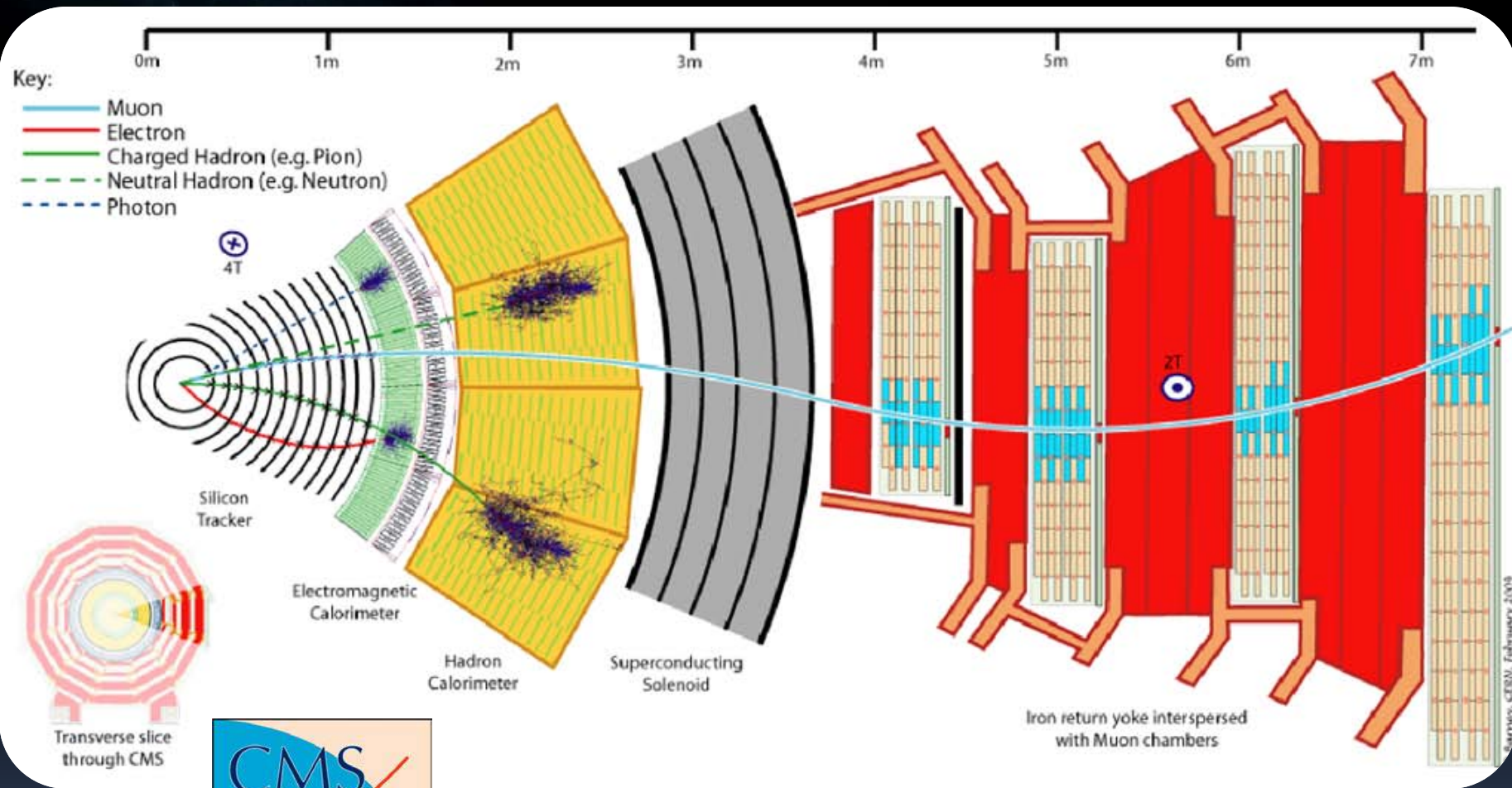


O LHC (Large Hadron Collider)

A maior máquina já construída: o LHC



O LHC (Large Hadron Collider)

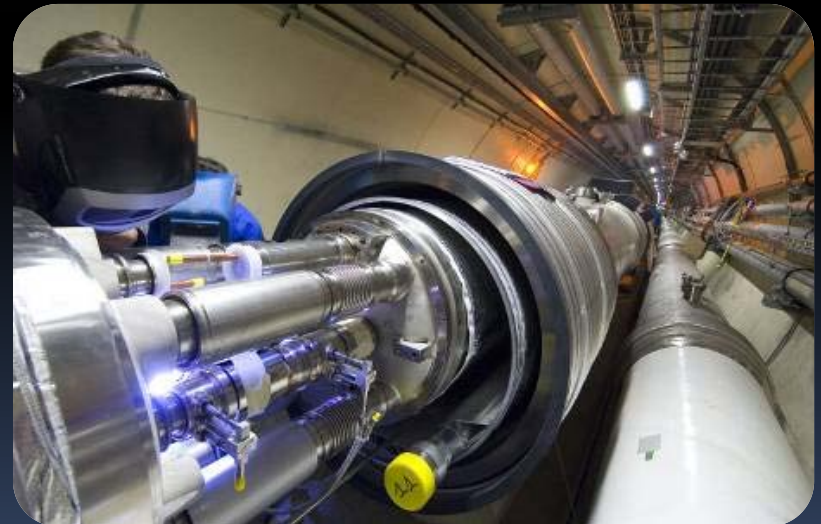


O LHC (Large Hadron Collider)



Protons se movendo a 99.9999991% da velocidade da luz dão 11000 voltas por segundo no túnel de 27 km.

Para permitir velocidades tão altas, o vácuo dentro do tubo deve ser similar ao espaço sideral. É 10 vezes “mais vazio” do que na Lua, não há espaço “tão vazio” dentro do sistema solar.



O LHC (Large Hadron Collider)



O LHC não é só mais vazio que o espaço, também é bem mais frio. Os imãs funcionam a -271°C , isto é 1,9 graus acima do zero absoluto!

600 milhões de colisões ocorrem POR SEGUNDO, e precisam ser registradas com precisão. O detector CMS é equivalente a uma câmera de 75 Mpixel tirando 40 milhões de fotos por segundo.

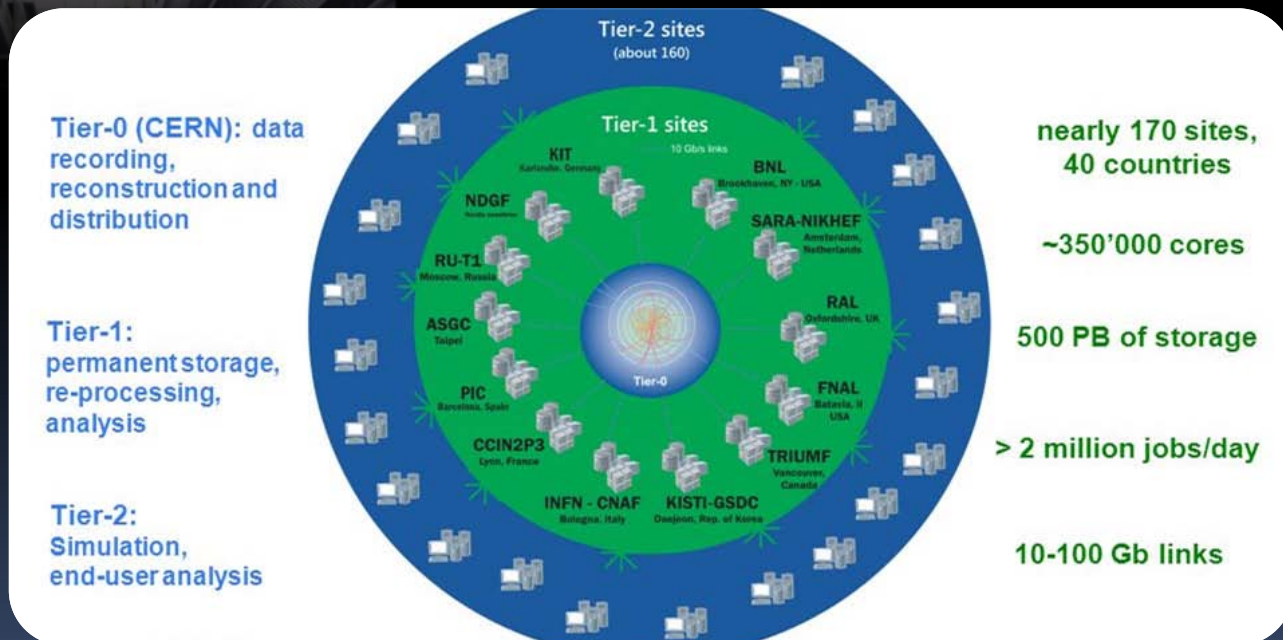


O LHC (Large Hadron Collider)

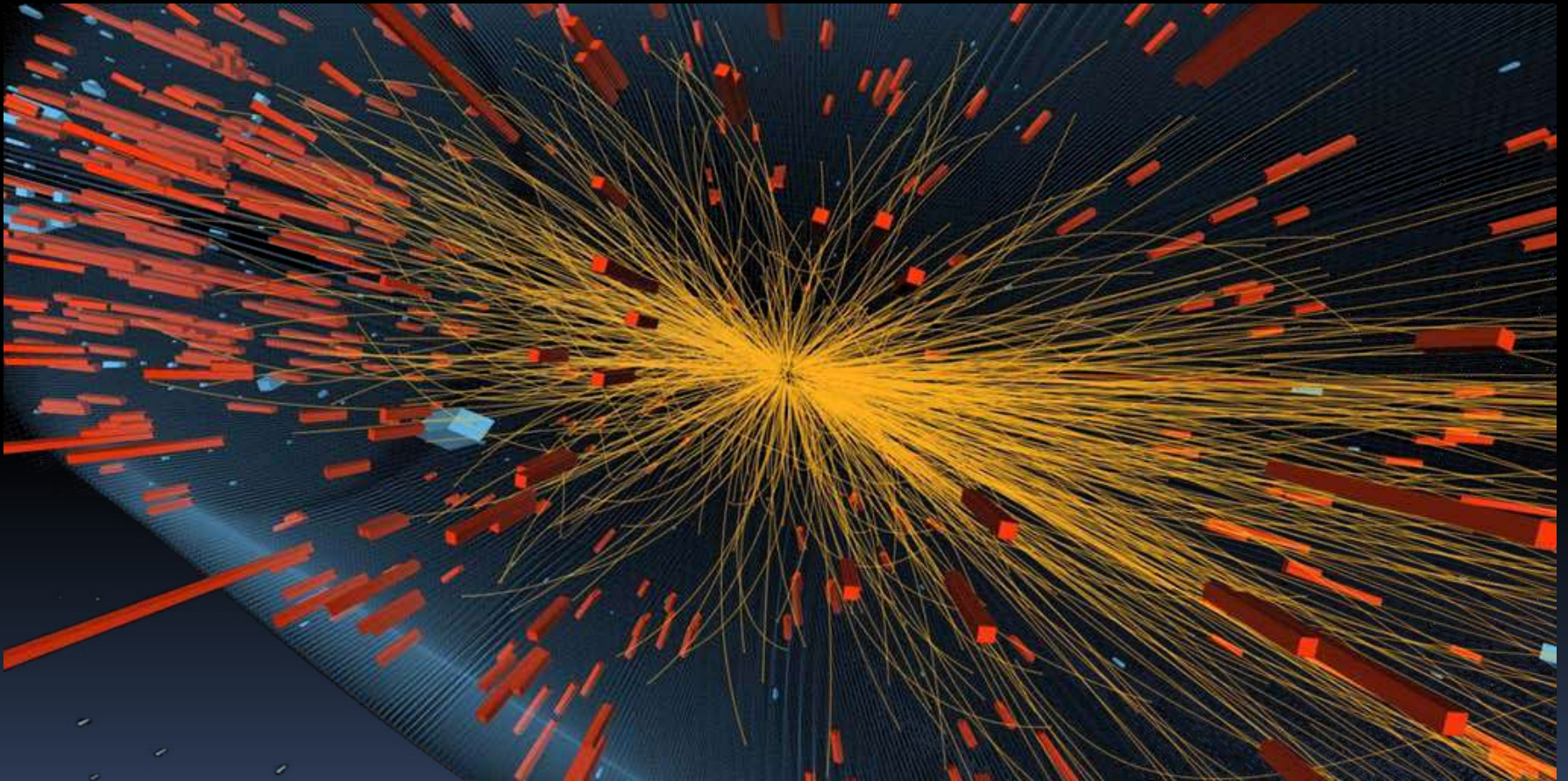
Datacenter do CERN



Cerca de 30 PB (30.000 TB) de dados são produzidos por ano! O datacenter ao lado ocupa 1450 m² e conta com 100.000 núcleos de processamento e 45 PB de espaço em disco.
(<https://home.cern/about/computing>)



Entendendo o resultado



Entendendo o resultado

Como é que eu sei o que aconteceu ali?

