



PROGRAMA DEL CERN PARA PROFESORES EN LENGUA ESPAÑOLA SLTP 2015

MUY BONITO, SÍ, PERO Y AHORA...

¿QUÉ HAGO EN EL AULA?

**LAS COSAS QUE HABÉIS VISTO
...Y OÍDO**

Contadlas

COLABORAD

Con colegas, físicos, ingenieros...

YA HAY CAMINOS

Aunque os podáis salir...

Lo que podemos hacer
EN EL AULA (y más allá)

Herramientas

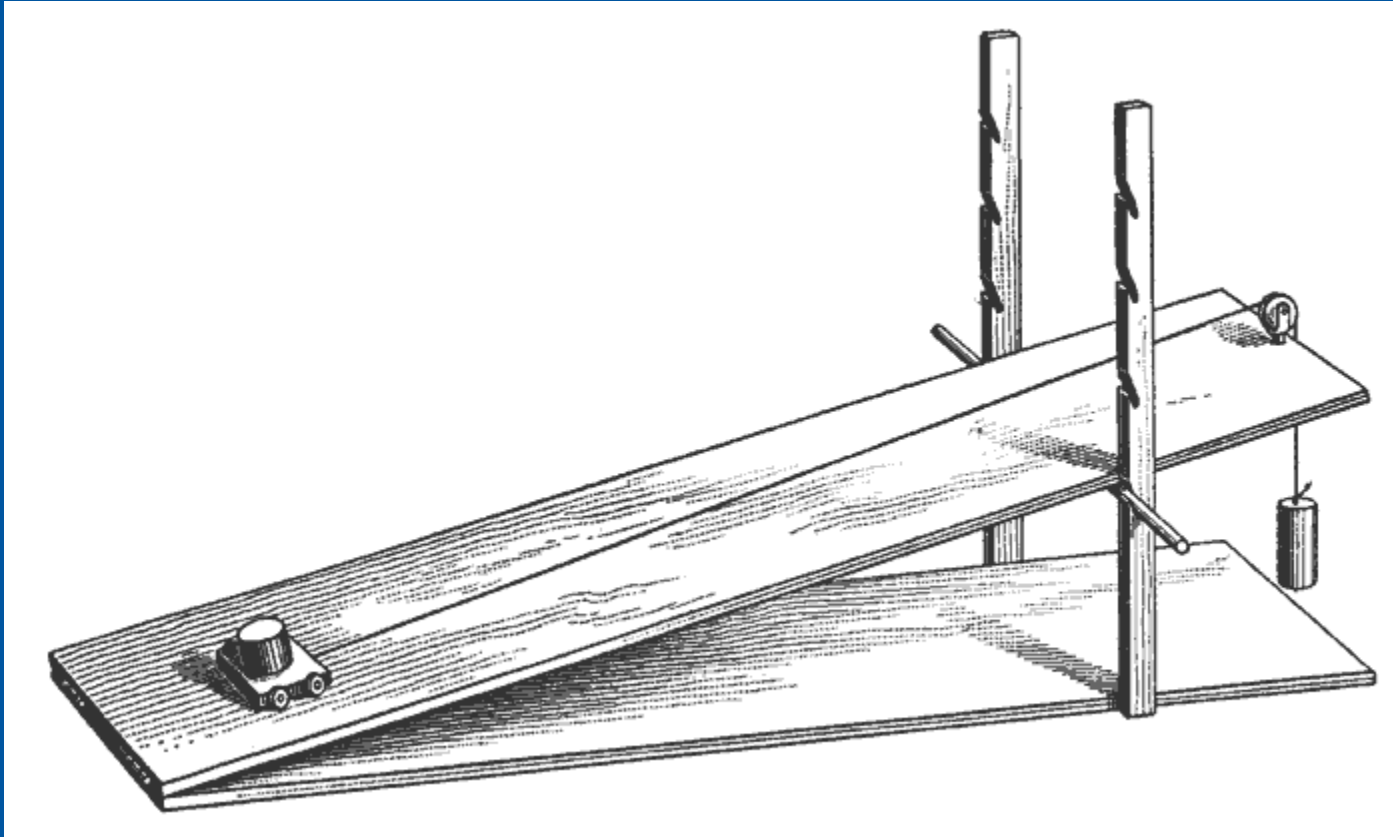
Lo que podemos hacer en el aula

1. El *programa mínimo*.
2. Adaptarlo a la programación.
3. Introducirlo en la programación.

**¿SE ACABÓ LA FÍSICA EN
EL SIGLO XIX?**

¿O SIQUIERA EN 1905 O EN LOS
AÑOS 1930?

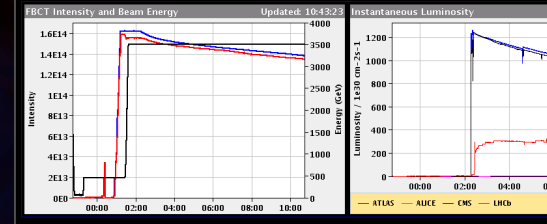
PUES A VECES LO PARECE,



pero...

PROTON PHYSICS: STABLE BEAMS

Energy: 3500 GeV I(B1): 1.39e+14 I(B2):

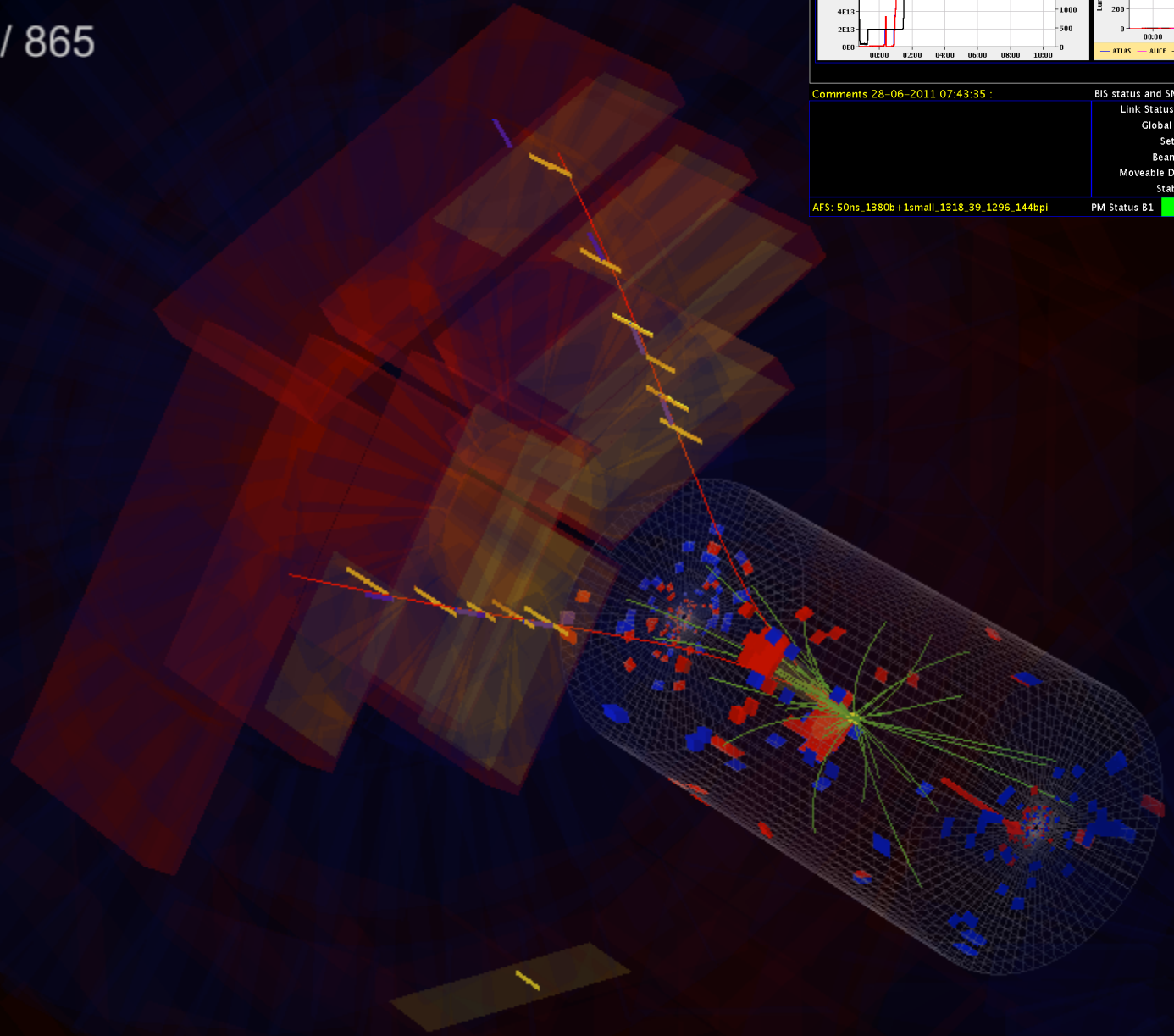
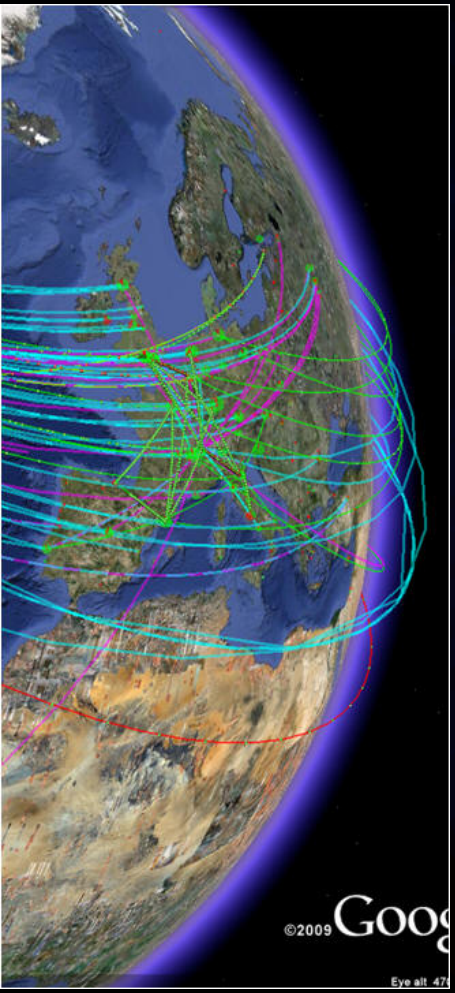


Comments 28-06-2011 07:43:35 :

- BIS status and SMP flags
- Link Status of Beam Permits
 - Global Beam Permit
 - Setup Beam
 - Beam Presence
 - Moveable Devices Allowed In Stable Beams

AFS: 50ns_1380b+1small_1318_39_1296_144bpl PM Status B1 **ENABLED** PM Sta

CMS Experiment at LHC, CERN
 Data recorded: Mon Jun 27 16:22:49 2011 CEST
 Run/Event: 167830 / 320458670
 Lumi section: 321
 Orbit/Crossing: 84062842 / 865

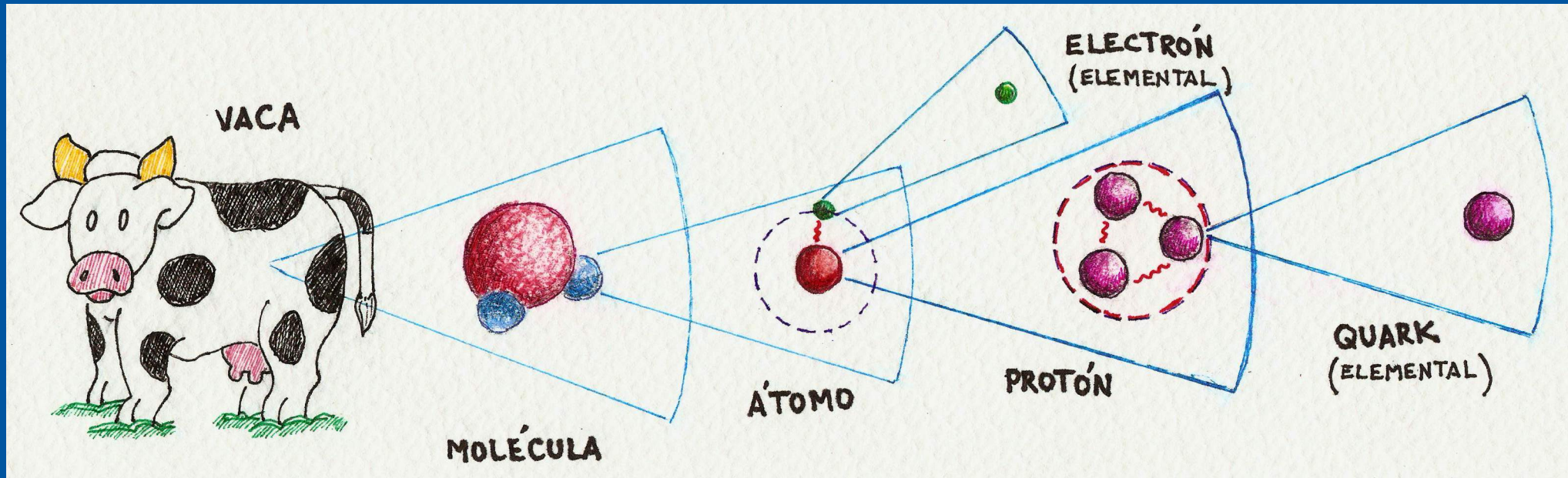


<http://information-technology.web.cern.ch/opendays2013/grid-computing>

<http://www.isgtw.org/visualization/big-data-big-grid>

EL PROGRAMA MÍNIMO

No se puede ignorar lo que hemos aprendido aquí...



AHORA HAY QUE DEFINIR ESOS
ELEMENTOS MÍNIMOS

CAMPOS
EXPERIMENTO
ACELERADOR
INTERACCIONES
TEORÍA
QUARKS
MODELO
FUERZA
PARTICULAS
COLISIONES
DETECTOR
E=mc²

Quarks

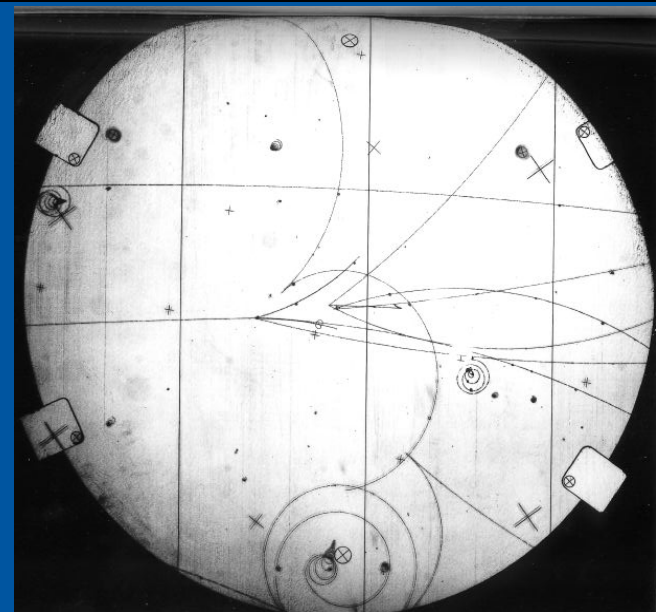
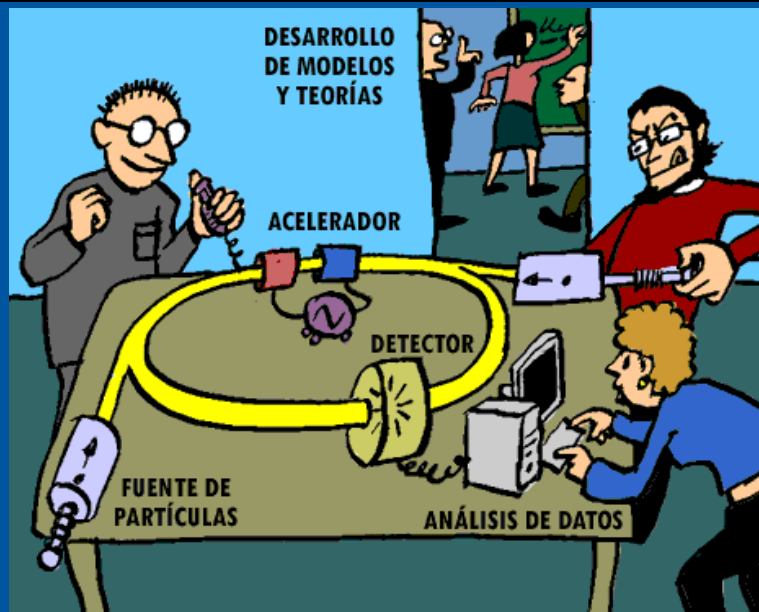
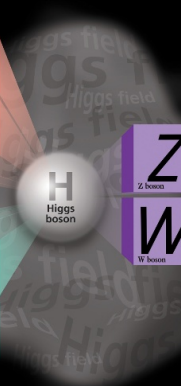
u up	c charm	t top
d down	s strange	b bottom

Forces

Z Z boson	γ photon
W W boson	g gluon

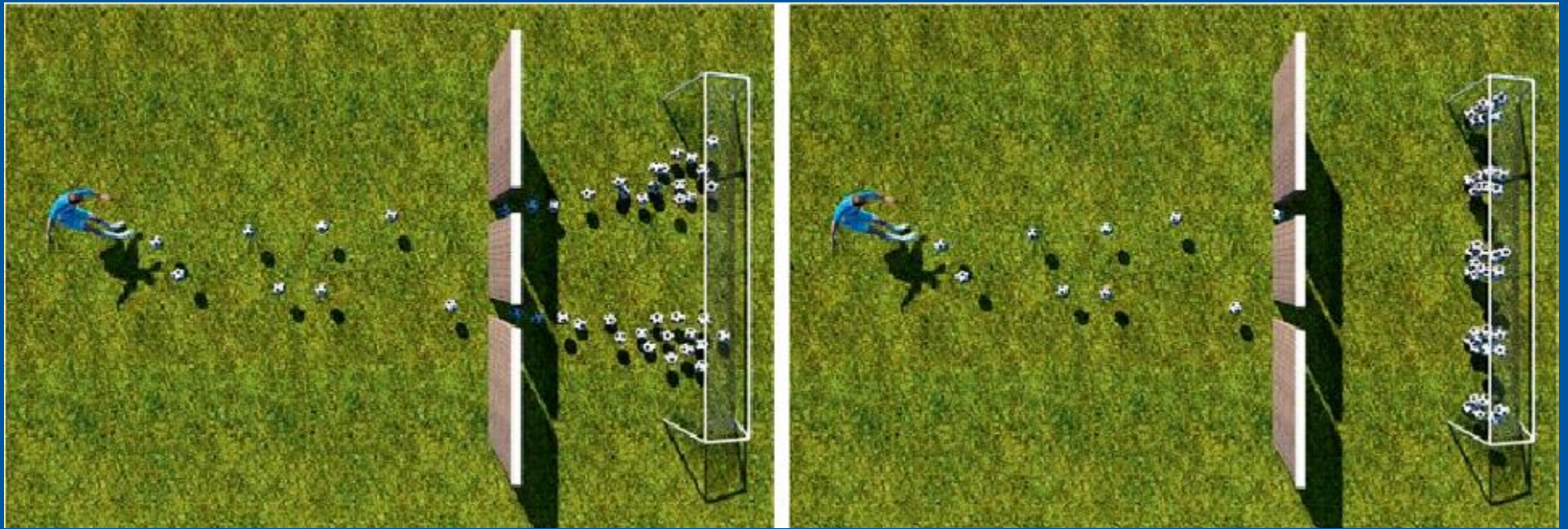
e electron	μ muon	τ tau
ν _e electron neutrino	ν _μ muon neutrino	ν _τ tau neutrino

Leptons



DOS CANDIDATOS CLAROS PARA EL PROGRAMA MÍNIMO:

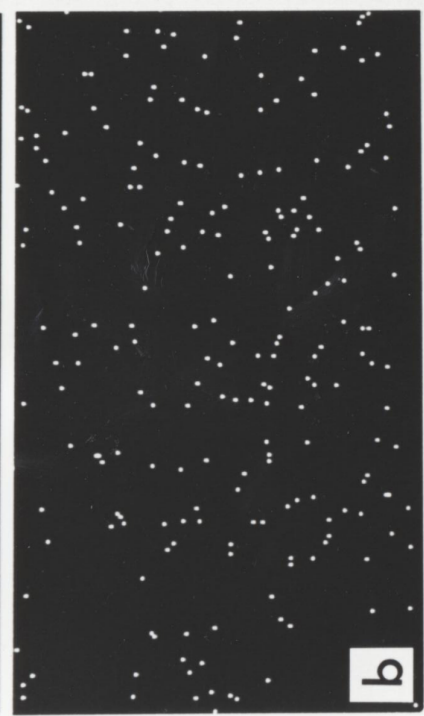
1. Las partículas NO son bolitas



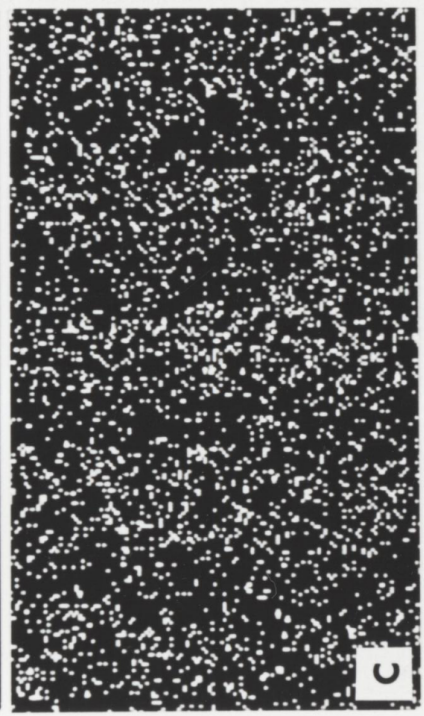
y hacen algunas cosas propias de las ondas



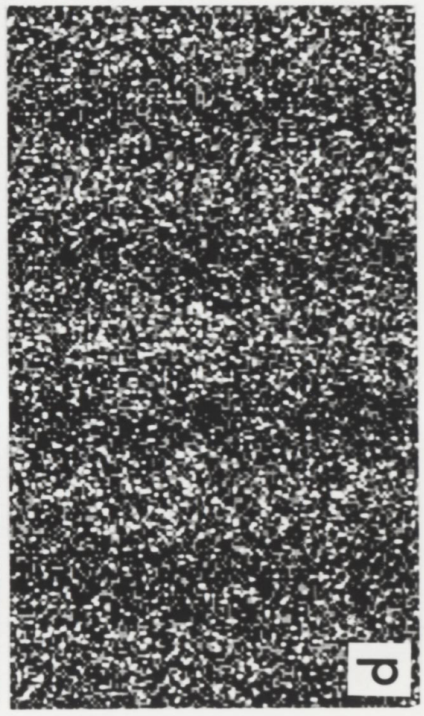
a



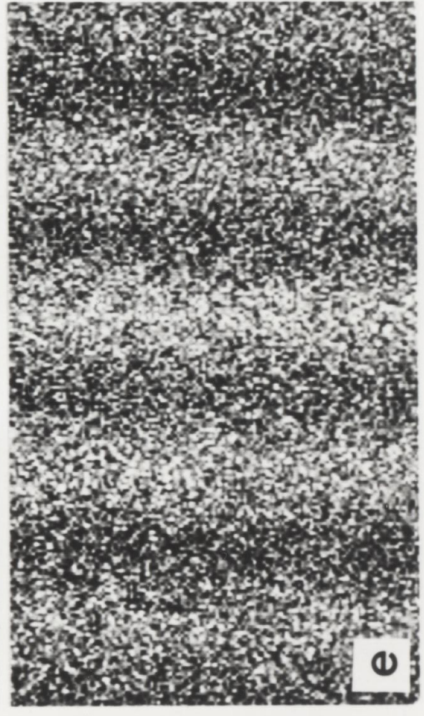
b



c



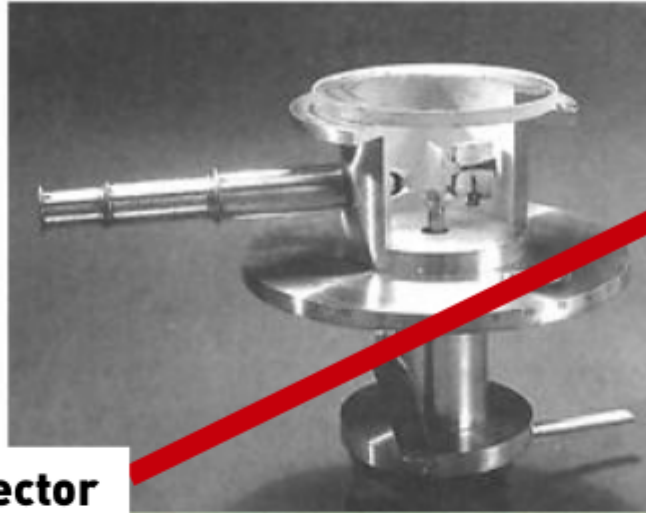
d



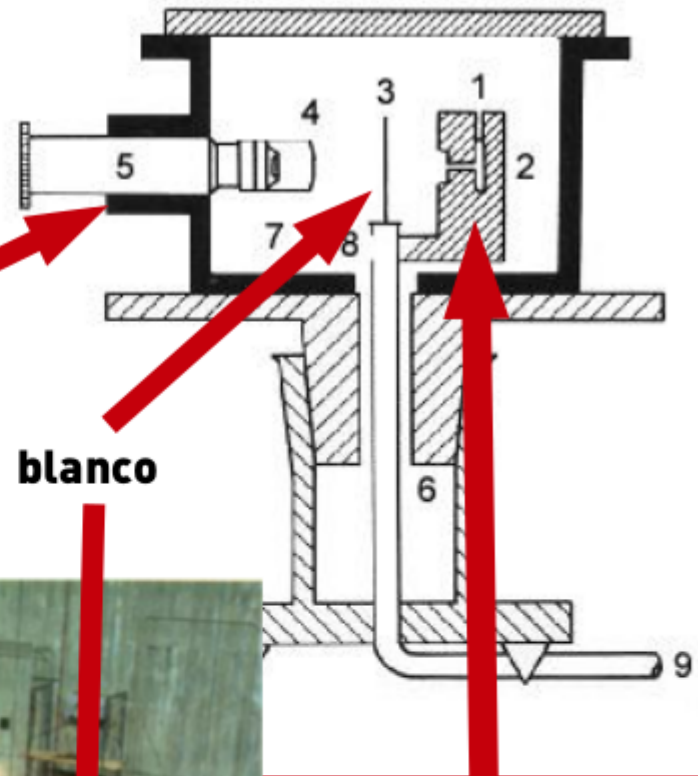
e

2. La física NO se acabó en los años 1930 cuando los átomos parecían estar compuestos de protones, neutrones y electrones

Por ejemplo, los quarks se descubrieron experimentalmente hace más de cuarenta años



detector



blanco

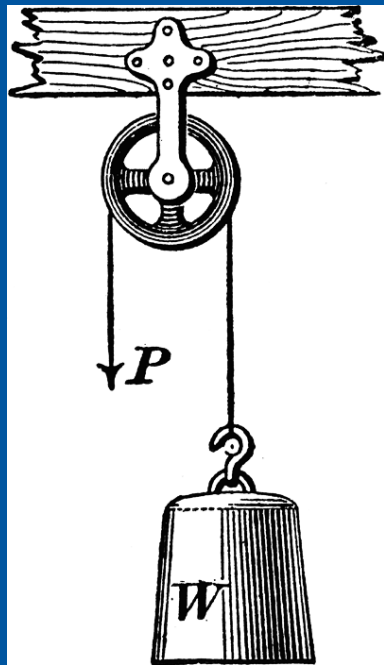
partículas



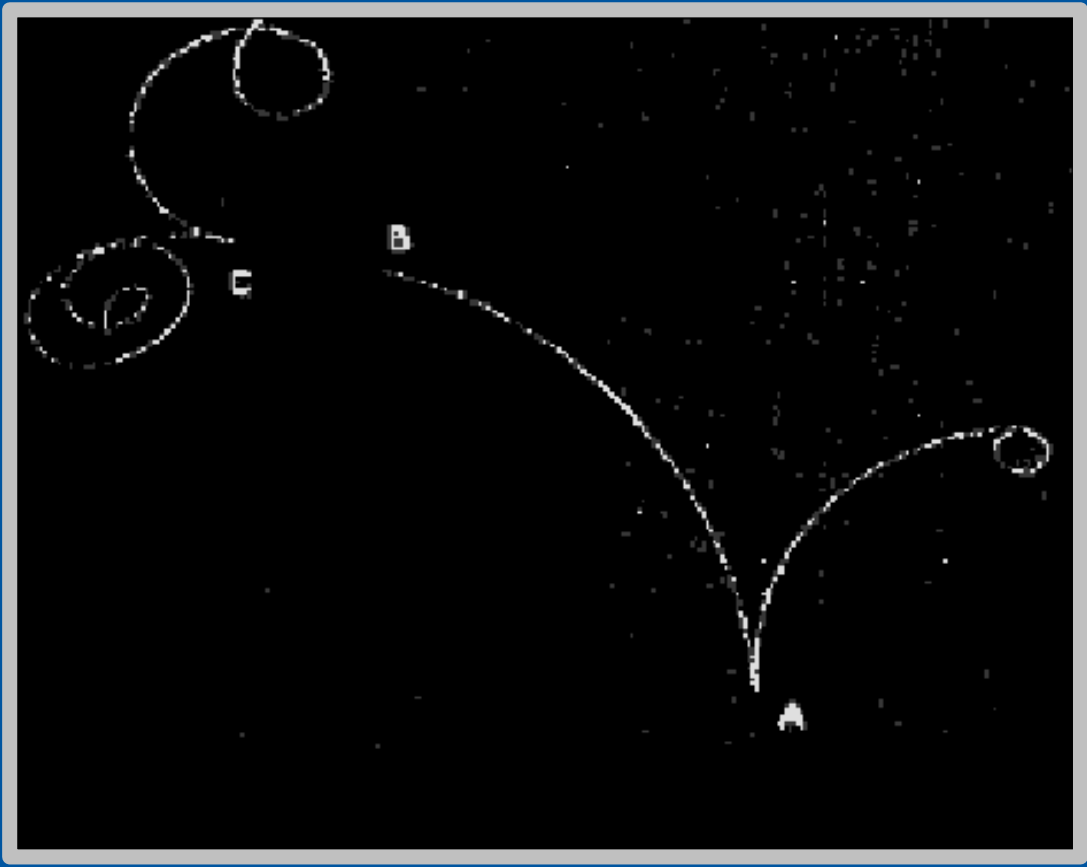
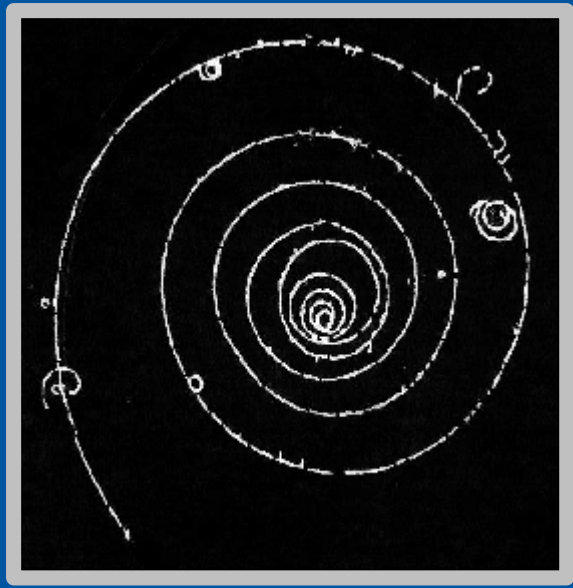
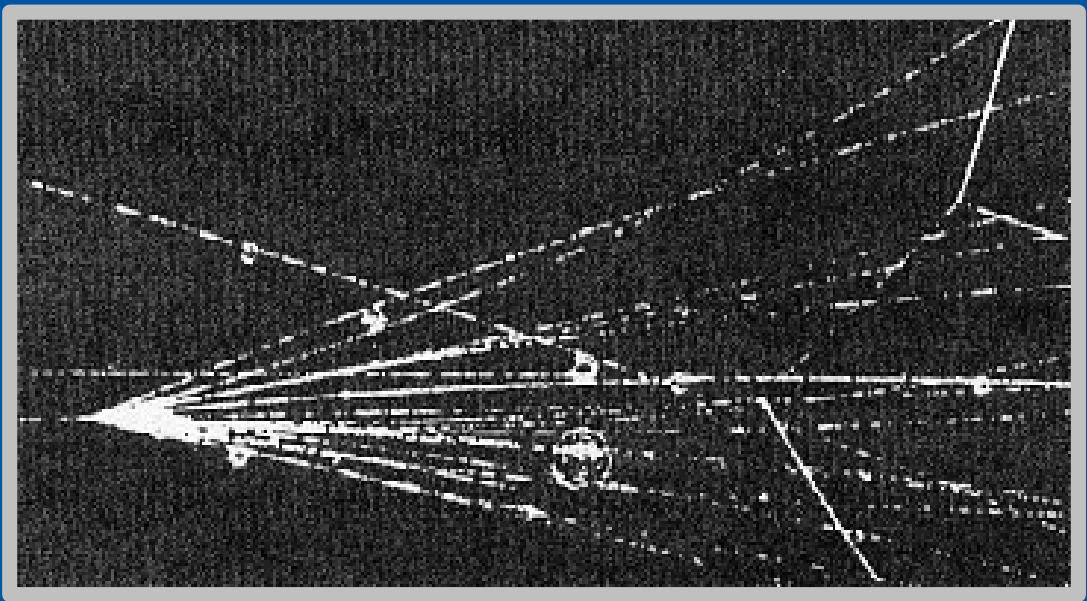
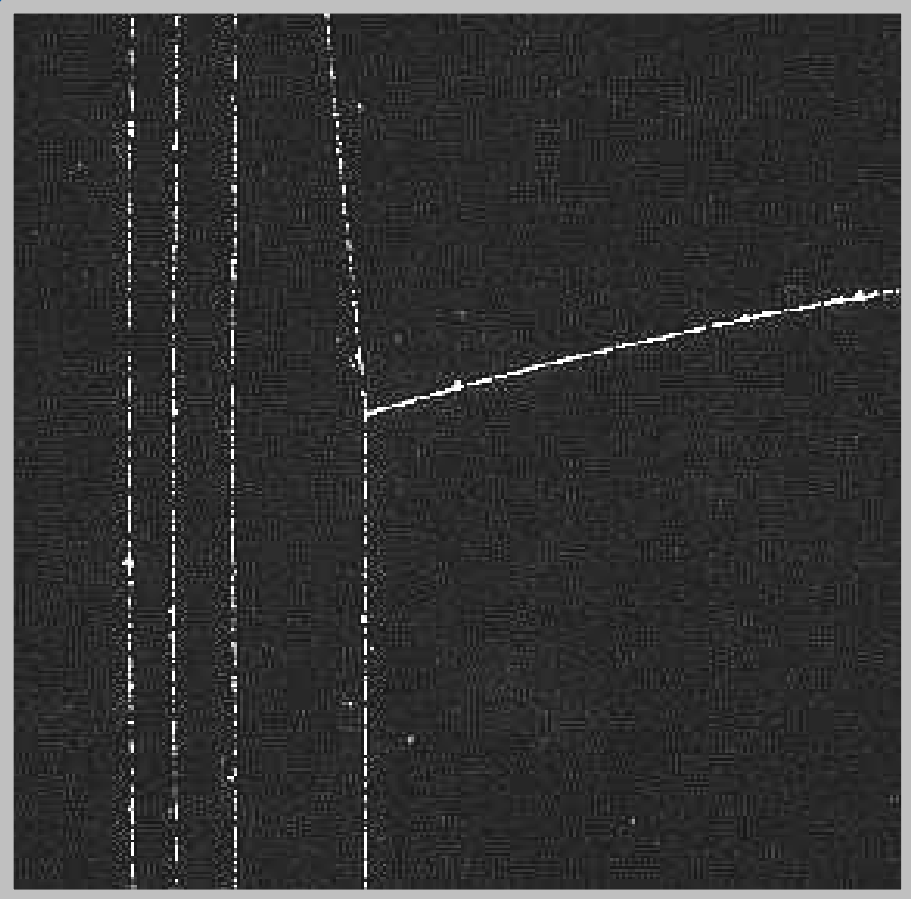
**Curioso,
¿no?**

ADAPTAR LA PROGRAMACIÓN

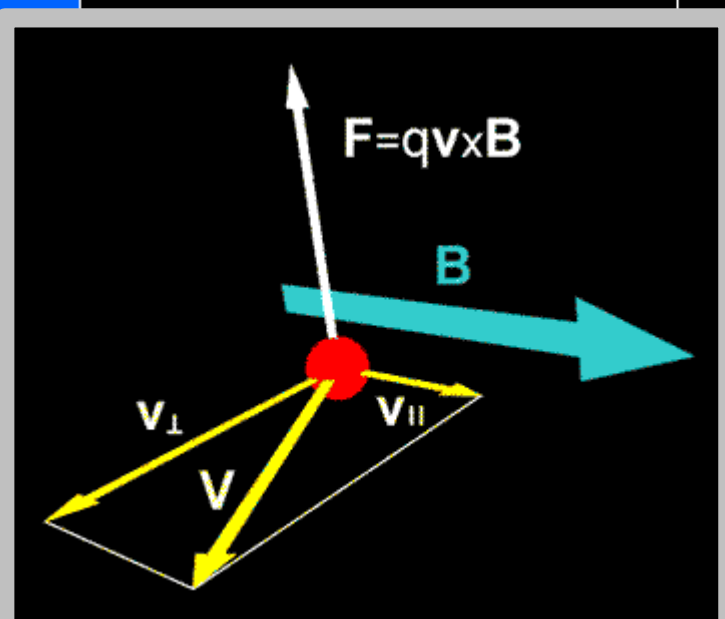
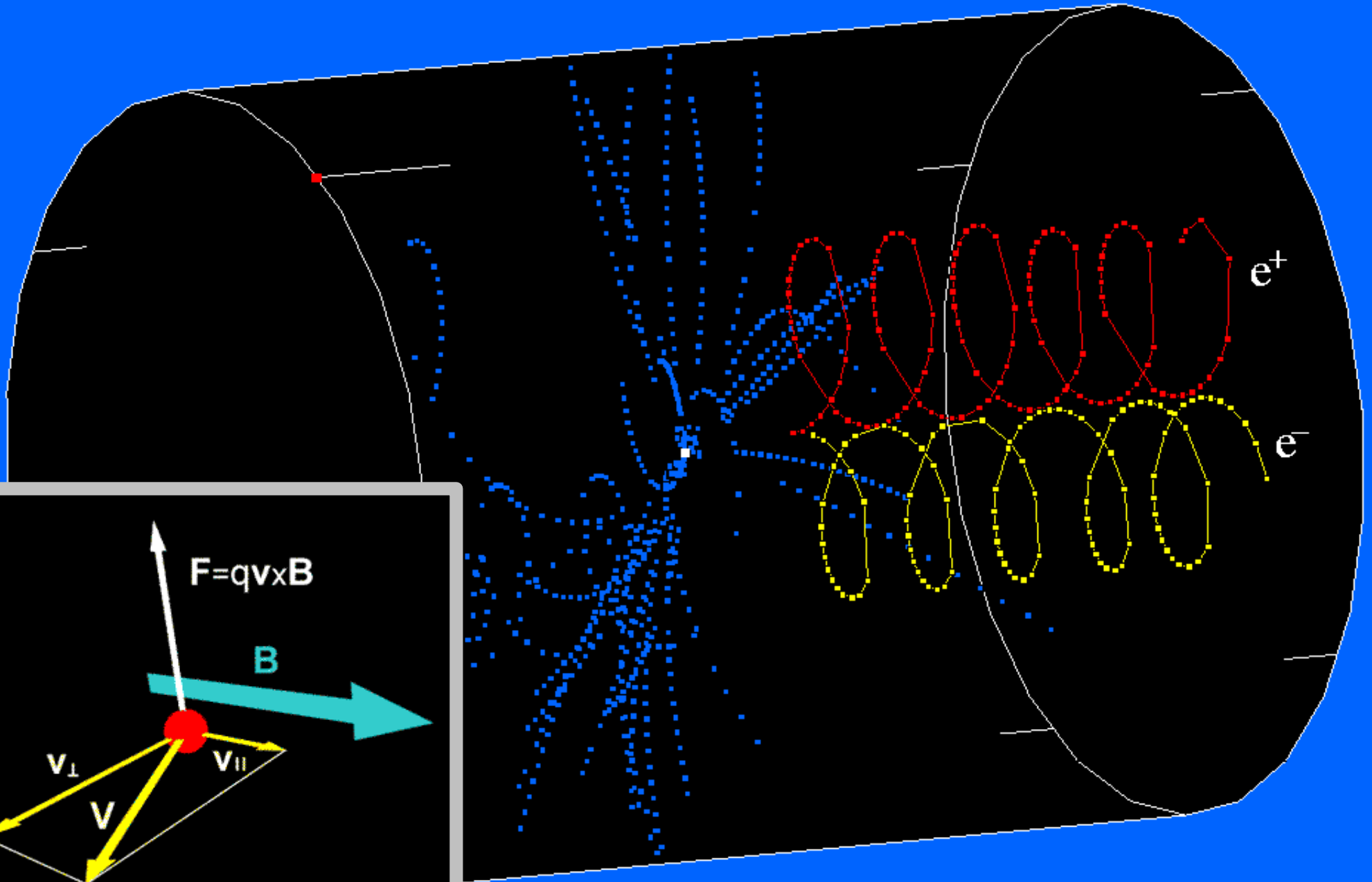
SIN IR MUCHO MÁS ALLÁ DEL
programa mínimo



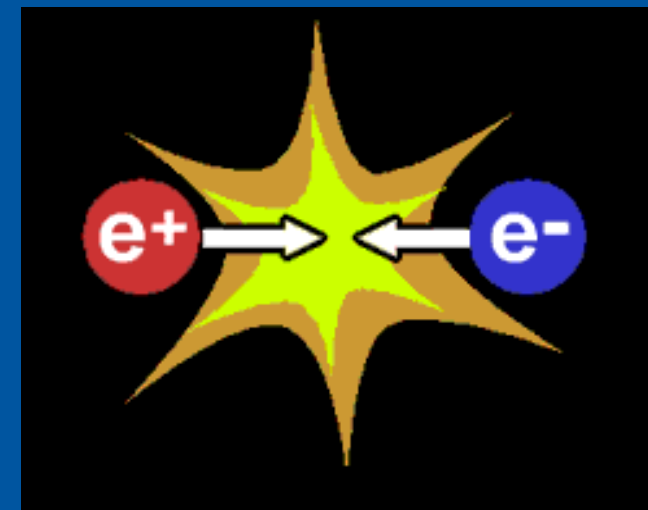
LA CONSIGNA ES
**sustituir choques de
coches por colisiones
(y más) de partículas.**



Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos

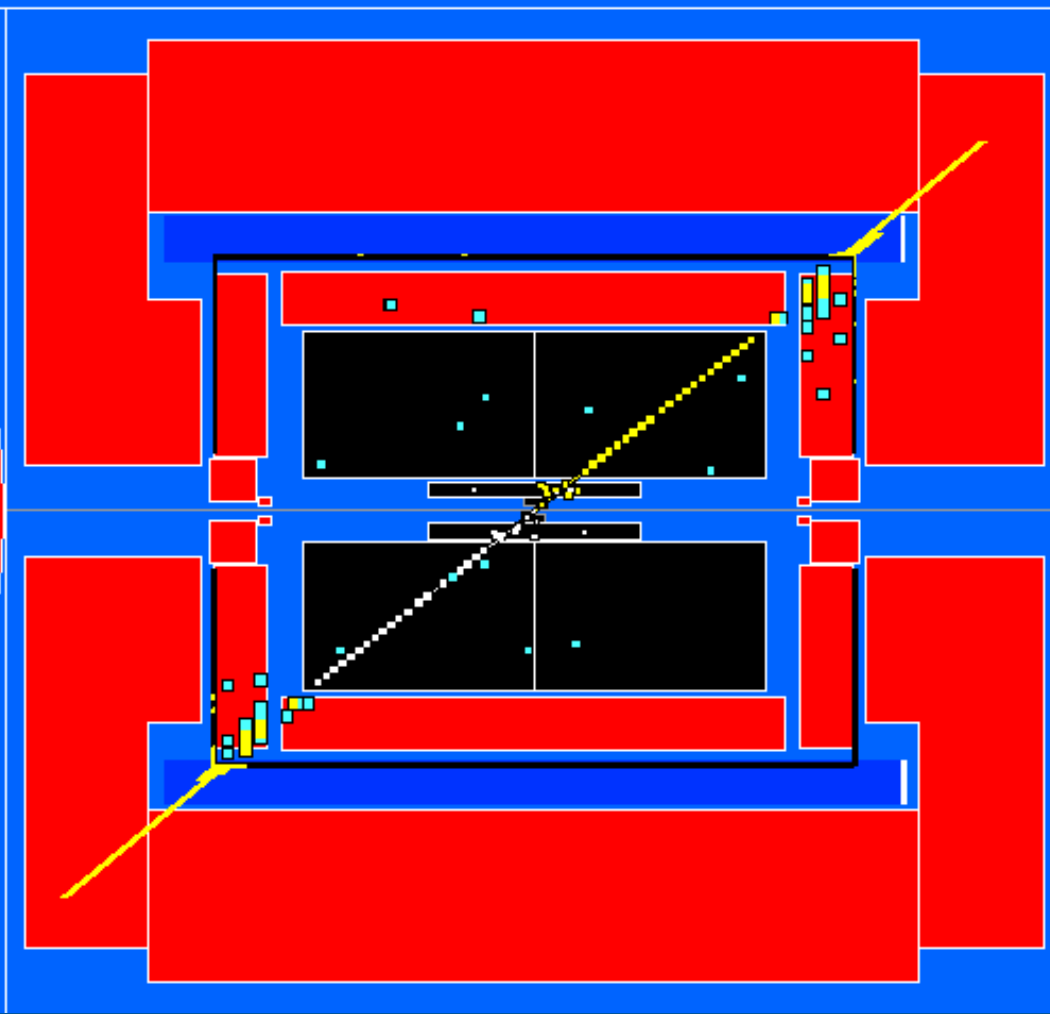
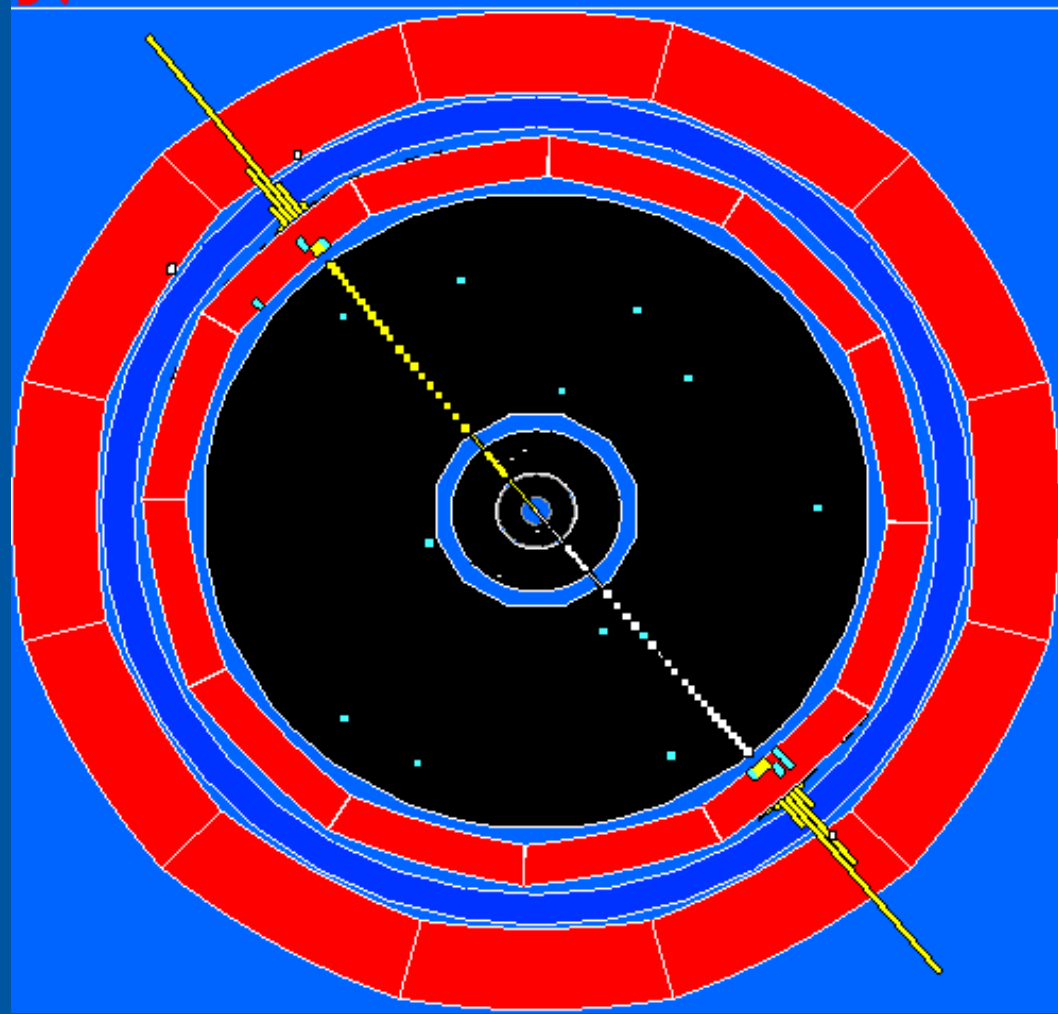


Conservación del momento lineal. Detector *ALEPH*, LEP

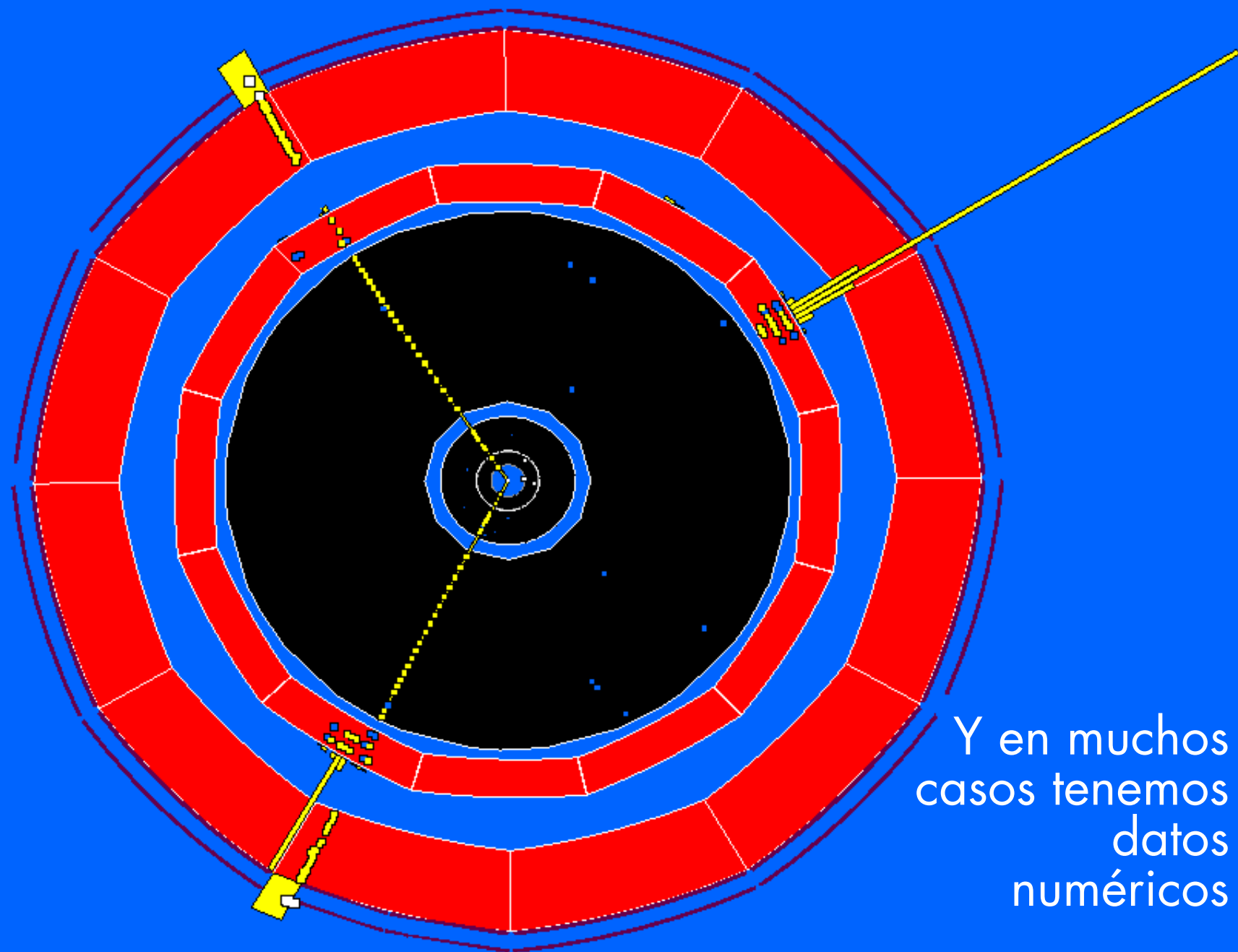


 **ALEPH** DALI

Run=15995 Evt=5435



Otra de conservación del momento lineal



Y en muchos
casos tenemos
datos
numéricos

Hay mucho material disponible y probado:

CINEMÁTICA, DINÁMICA, ENERGÍA, LEYES DE CONSERVACIÓN, GASES, ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO, GASES...

PARA TODOS LOS NIVELES DESDE SECUNDARIA, (no con la misma abundancia), CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

POR EJEMPLO:

Viaje al corazón de la materia: <http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/>

Física de partículas en el Instituto:

<http://www.educa2.madrid.org/web/fbarradas/inicio>

Acercándonos la LHC http://www.lhc-closer.es/pages_es/phy_1.html

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2014

PHYSIQUE-CHIMIE

MARDI 17 JUIN 2014

**¡mirad lo
que acaban
de hacer en
Francia!**

4. Quelle durée de vie au LHC ?

Une des particules émises lors des collisions entre les protons est le méson B. Sa durée de vie propre est $\Delta T_0 = 1,5 \times 10^{-12}$ s. Un détecteur, le VELO (VERTex LOcator), repère les mésons B produits.

4.1. Dans quel référentiel la durée de vie propre du méson B est-elle définie ?

4.2. On se place dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen. Le détecteur VELO mesure une distance moyenne de parcours du méson B : $d = 1,0$ cm avant sa disparition.

On fait l'hypothèse que le méson B se déplace à une vitesse pratiquement égale à c . Calculer la valeur de la durée de vie ΔT du méson B mesurée dans le référentiel du laboratoire. Montrer alors que l'hypothèse faite est justifiée.

1. À propos du boson de Higgs

1.1. En quoi l'observation du boson de Higgs permet-elle de compléter la théorie du modèle standard ?

1.2. À quelle période de l'Univers l'observation du boson de Higgs nous ramène-t-elle ?

2. Apport de la relativité restreinte

Dans le cadre de la mécanique dite relativiste, l'énergie cinétique d'un proton vaut : $E_c = (\gamma - 1)m_p \cdot c^2$.

2.1. Si la vitesse v d'un proton tend vers la célérité de la lumière, vers quelle limite tend son énergie cinétique ?

2.2. Vérifier que l'énergie cinétique E_c d'un proton a été multipliée dans les proportions indiquées dans le Guide du LHC.

2.3. L'énergie totale d'un proton E_{totale} est égale à la somme de son énergie cinétique et de son énergie de masse au repos. Donner l'expression de l'énergie totale d'un proton. Vérifier numériquement que l'énergie totale d'un proton du LHC est pratiquement égale à son énergie cinétique.

3. Une manipulation à haute énergie

On peut assimiler l'énergie de collision entre deux protons, $E_{collision}$, à la somme des énergies cinétiques des deux protons lancés à pleine vitesse en sens inverse. On doit obtenir au LHC une énergie de collision de 14,0 TeV, considérée comme phénoménale.

3.1. Vérifier que l'énergie de collision entre deux protons lancés à pleine énergie en sens opposés vaut $E_{collision} = 14,0$ TeV.

3.2. Chaque proton, lancé à vitesse maximale, possède une énergie totale de 7,00 TeV. Comparer l'énergie de l'ensemble des protons circulant simultanément dans le LHC avec l'énergie cinétique d'une rame de TGV lancée à pleine vitesse. *Le candidat sera amené à proposer un ordre de grandeur de la vitesse d'un TGV.* Commenter le résultat obtenu.

ENFOQUES *INDIRECTOS*:

A través de la medicina, múltiples tecnologías, la informática o tantas otras cosas que salen en los medios o nos resultan familiares en nuestra vida diaria...

Por ejemplo...

Física de partículas y medicina:

<http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/aula/aula0.html>

– Física de partículas y medicina

Se trata de encontrar la relación entre una noticia de prensa que habla de la extensión de la tomografía de emisión de positrones como técnica diagnóstica y las dificultades que supone su alto coste con la imagen de un suceso en el colisionador LEP del CERN.

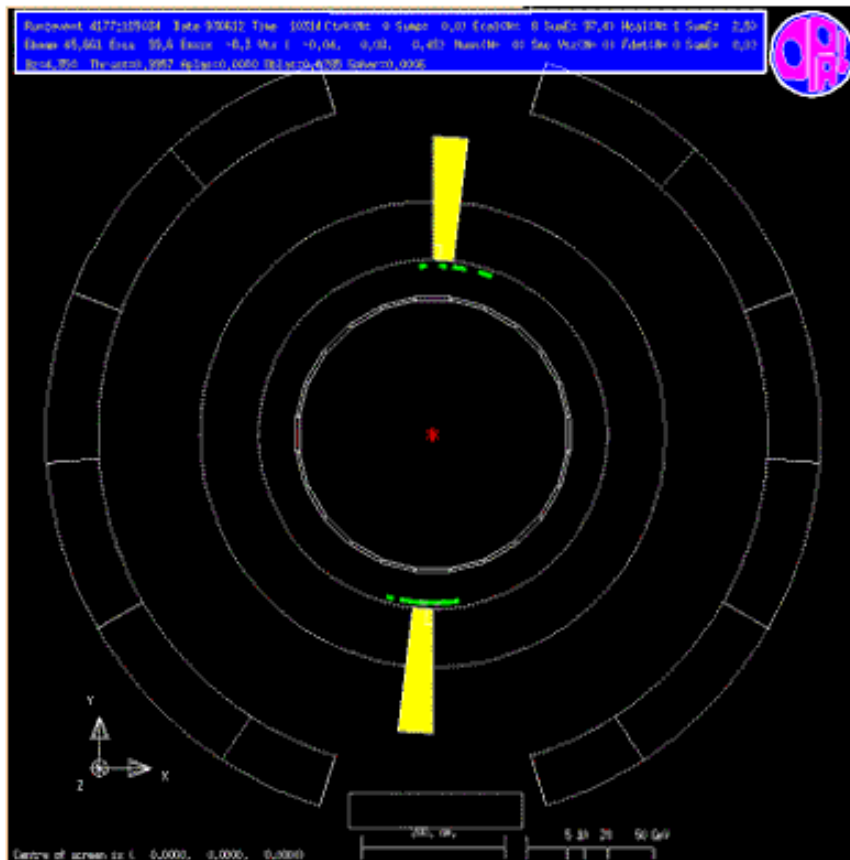


Foto CERN

Reconstrucción de un suceso en el colisionador LEP del CERN. En el punto rojo del centro se han hecho chocar un electrón y un positrón.

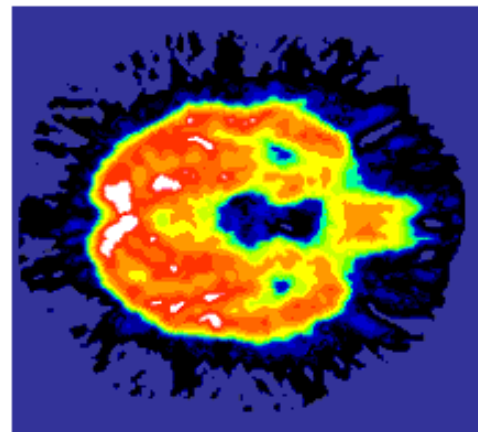


Foto Brunel University

Imagen del cerebro por escáner PET. Se usan para el diagnóstico médico y para investigar, por ejemplo, cómo cambia cuando se piensa o se lee...

A primera vista, la relación puede no existir, pero cuando se rasca un poco la superficie, sí aparece un enlace directo y natural... Tal como se empleó en el aula, los alumnos sabían interpretar las imágenes del detector (ver la sección 2.4 de la Introducción para alumnos y las secciones 4.2.2b y 3.2 de la Introducción para profesores)

PARTÍCULAS DE VERDAD

VER PARA CREER

LETRA PEQUEÑA:

Pero cuidado, que ni "vemos" ni se trata de "creer" en sentido estricto.

Tira de fieltro empapada de alcohol

Placa metálica

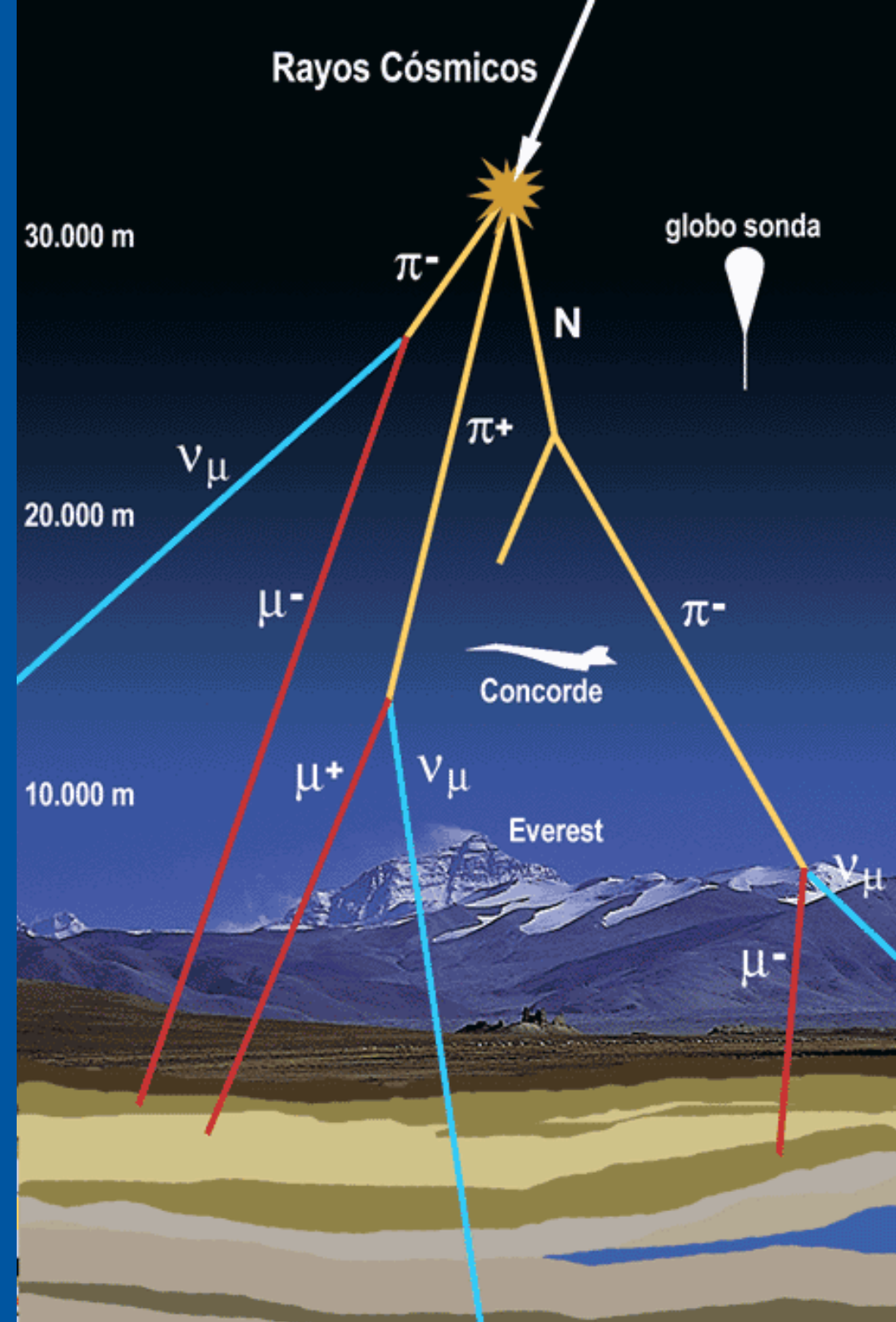
Burlete de goma

CO₂ sólido



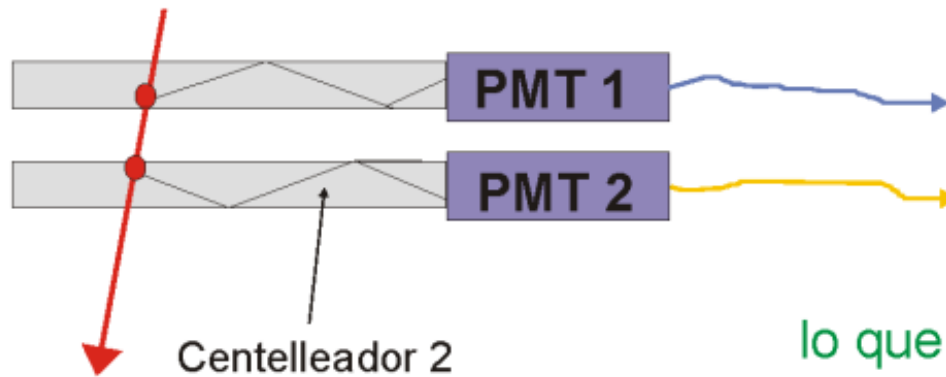
La cámara de niebla

Se puede comprobar
(¡vaya frase!)
que la mayoría
de las partículas
detectadas son
muones (μ)
de los rayos
cósmicos
secundarios



Nuestro detector de rayos cósmicos

Se basa en el modelo que el LBNL (Laboratorio Nacional Lawrence de Berkeley, en los Estados Unidos de América) ha desarrollado para que pueda ser construido (¡con ayuda!) por profesores de Instituto y usado por sus alumnos.



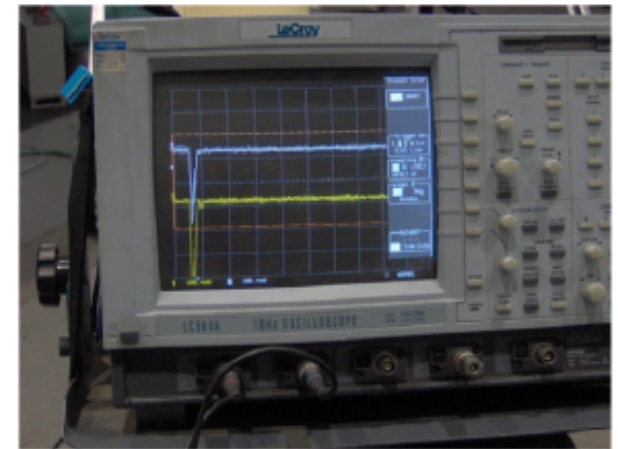
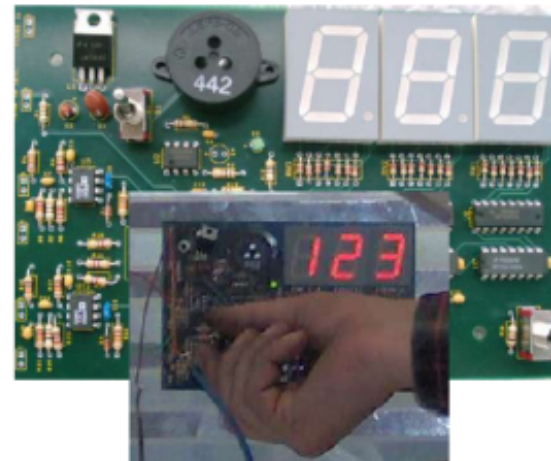
Las señales eléctricas pueden verse en un osciloscopio

...o se pueden llevar a un circuito para procesarlas,

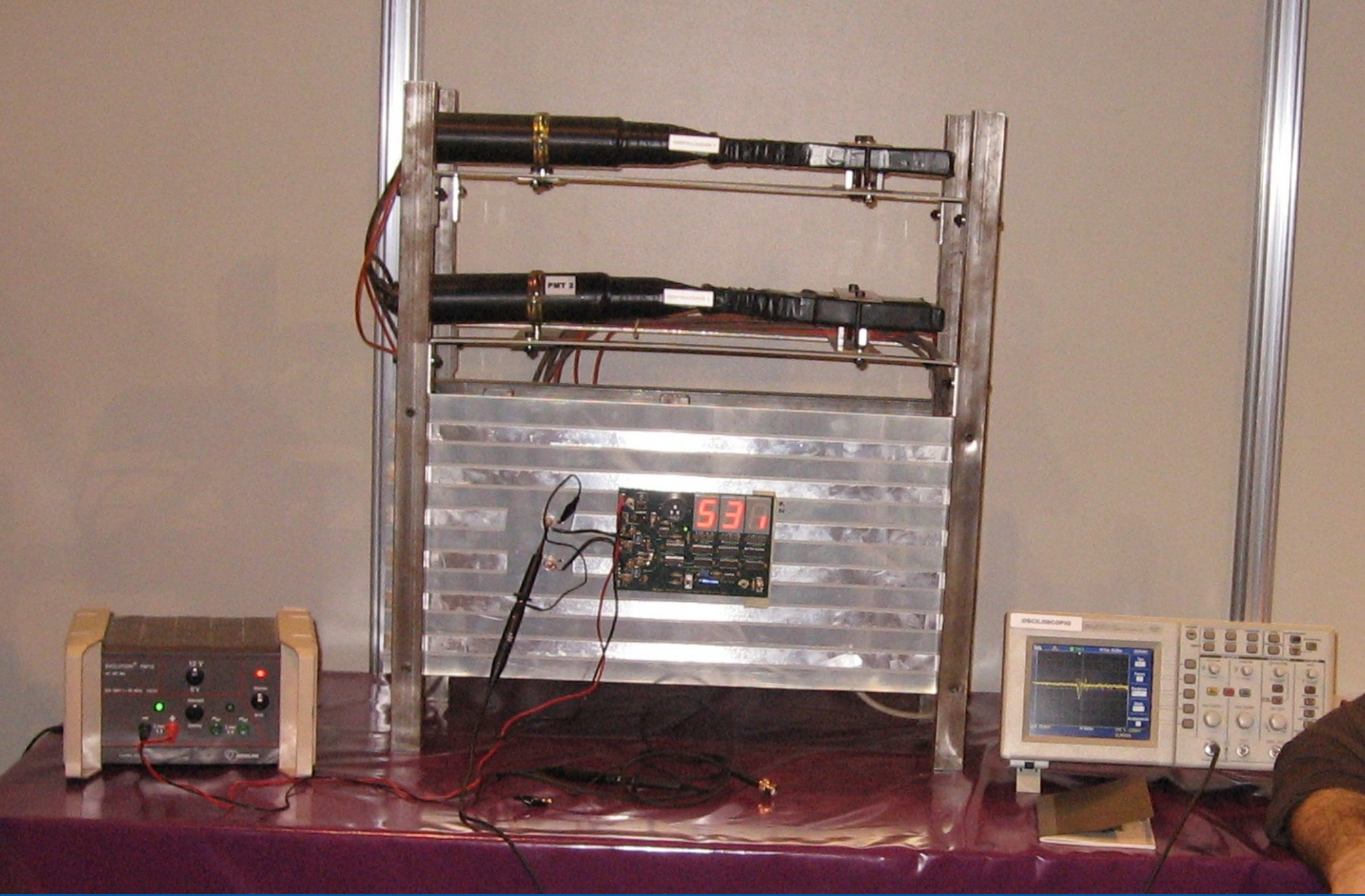
lo que permite contar las coincidencias y así poder estudiarlas.

Una **partícula** cargada de alta energía atraviesa dos “plásticos centelleadores” y produce en cada uno de ellos un pequeño destello de luz (●) que los “fotomultiplicadores” (PMT) transforman en una señal eléctrica (una corriente)

Exigir la coincidencia entre dos detectores para registrar una partícula nos ayuda a descartar “falsos positivos”.

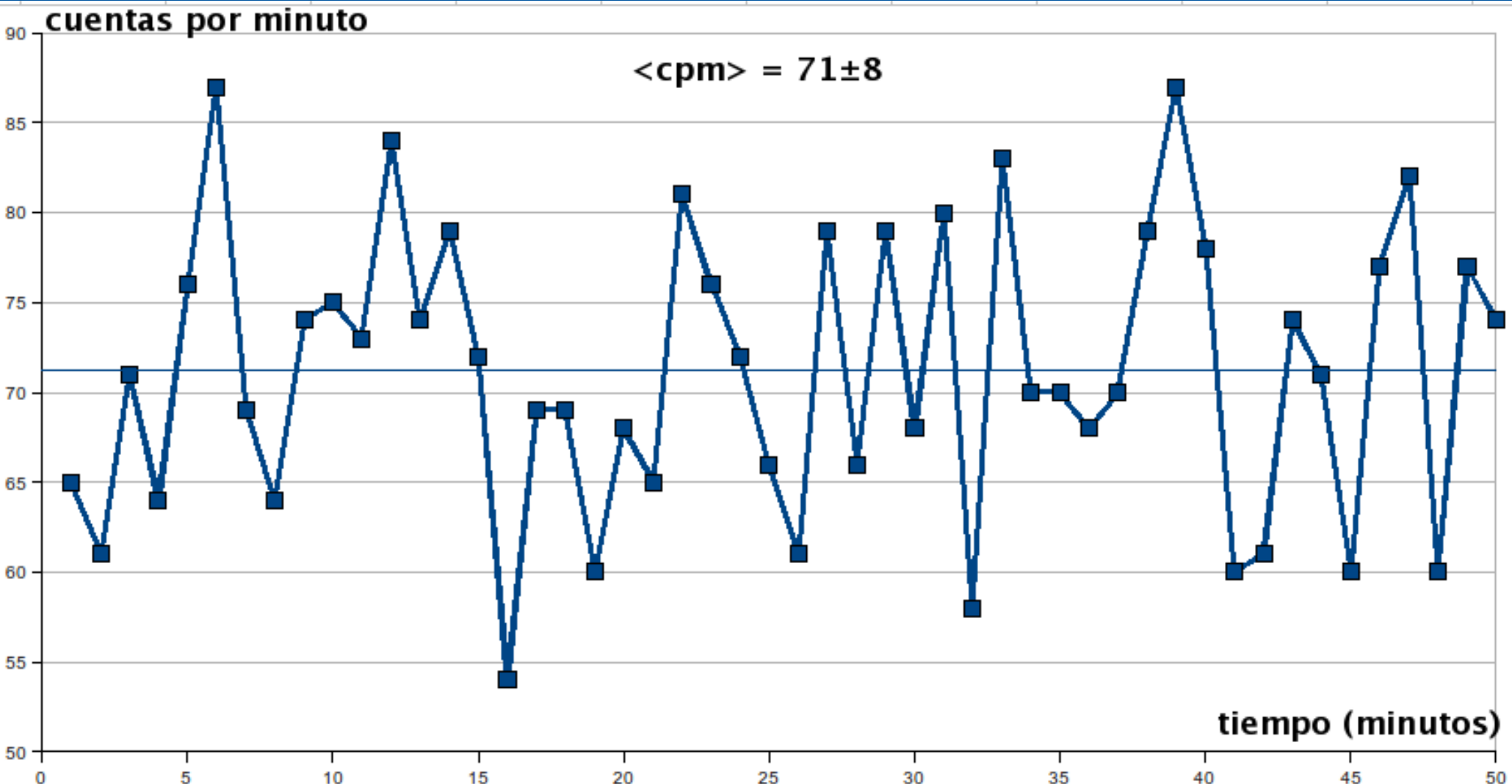


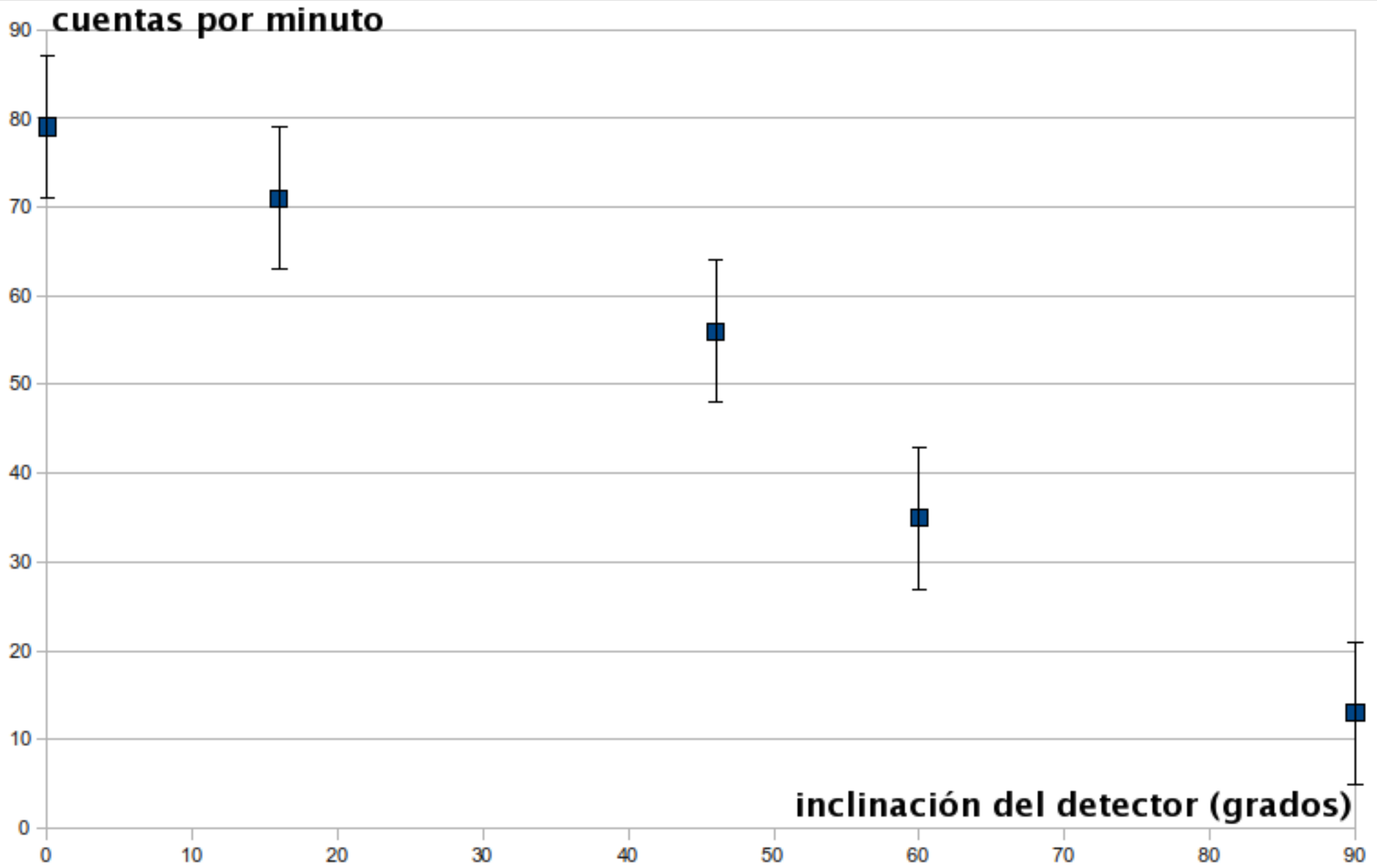
donde es fácil ver cuándo hay una coincidencia.



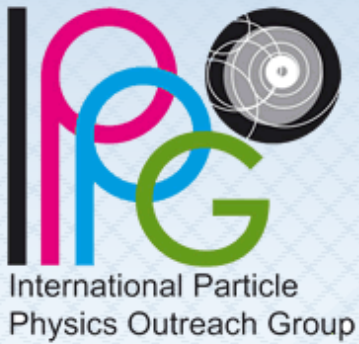
¡Gracias a Luciano Romero (CIEMAT, Madrid)
y a Antonio Ferrer del IFIC, Valencia !

Datos tomados por alumnos de 2º de Bachillerato del I. E. S. "Alpajés" de Aranjuez (Madrid)





**Otras cosas en las
que podéis participar**
(¡con alumnos!)



Home

Participate!

Schedule

My Country

Physics

Local Organisation

In the Media

Archive

Contributors

Contact Us



International Masterclasses

9th International Masterclasses 2013

Each year about 10.000 high school students in 37 countries con-
centres for one day in order to unravel the mysteries of particle
topics and methods of basic research at the fundamentals of m
measurements on real data from particle physics experiments then
research collaboration, the participants join in a video conference fo

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Instituto de Física Teórica UAM/CSIC

were organized from 9.3.

facebook

Vosotros, y luego vuestros alumnos, *hacéis* (un poco de) física de partículas con vuestras propias manos. ¡Con datos reales!

Public Data

Data Samples

Analysis Tools &

Formats

CMS Masterclass

Useful links

CMS Public Data

The CMS experiment at the LHC has release education and outreach. Explore this page and analyse it yourself.

Try the online event display below.

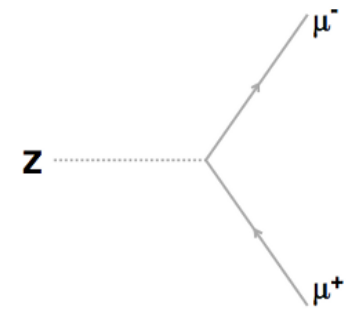
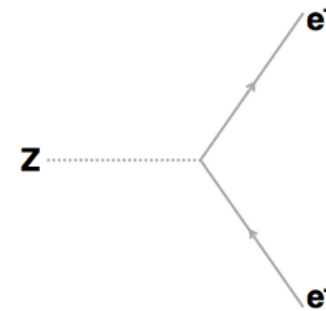
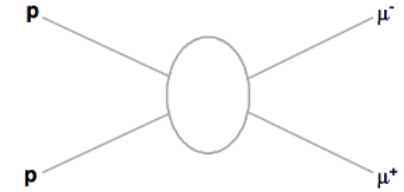
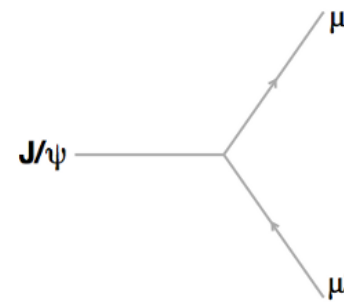
Use the Mouse to rotate.

Ctrl+Mouse or Ctrl + to pan x/y.

Shift+Mouse or Shift + to zoom.

Follow the links at left to access the full version of the di

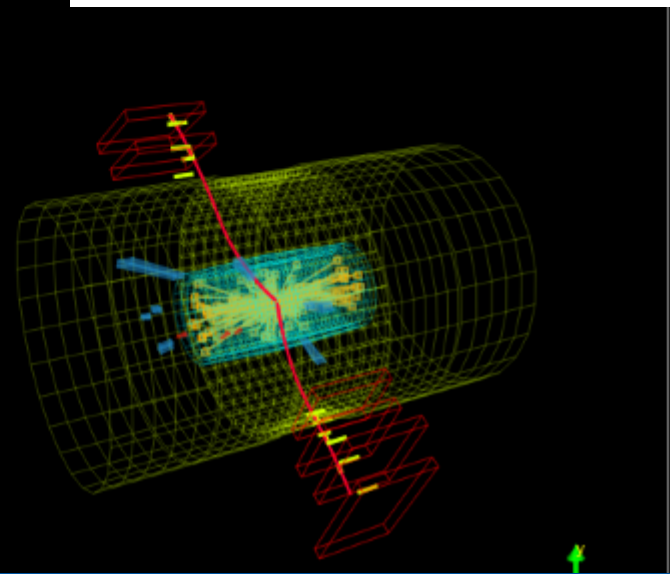
Click on the diagrams below to access the data:



Y no hace falta participar en las masterclasses para jugar con esto:

A screenshot of the CMS detector model interface. It features a toolbar with icons for home, search, and navigation. Below the toolbar is a list of detector components with checkboxes:

- Detector Model
 - Tracker Barrels
 - Tracker Endcaps
 - ECAL Barrel
 - ECAL Endcap
 - ECAL Preshower
 - HCAL Barrel
 - HCAL Endcap
 - HCAL Outer
 - HCAL Forward
 - Drift Tubes (muon)
 - Cathode Strip Chambers (muon)
 - Resistive Plate Chambers (muon)
- Tracking
 - Tracks (reco.)(143)
 - Clusters (Si Pixels)(884)
 - Clusters (Si Strips) (5690)
 - Rec. Hits (Tracking) (1708)
- ECAL
 - Barrel Rec. Hits(998)
 - Endcap Rec. Hits(822)



Más reciente y mucho más rico: opendata.cern.ch

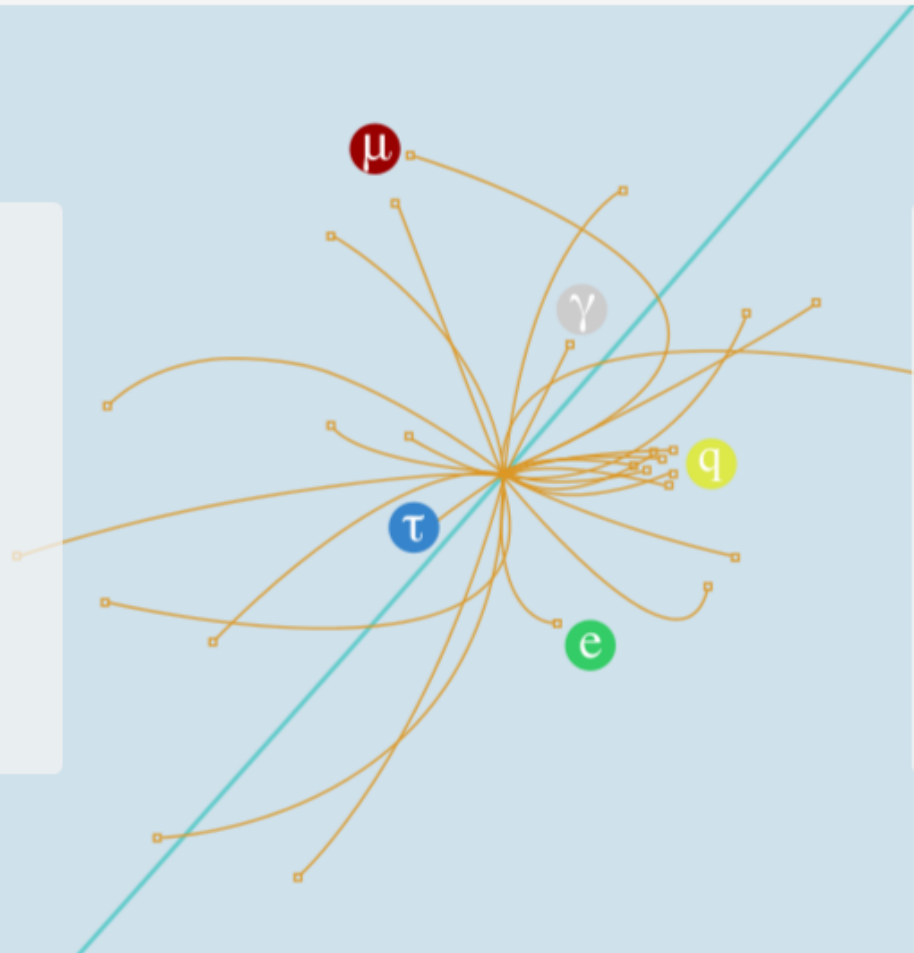
opendata
CERN

ABOUT SEARCH EDUCATION RESEARCH

Education

Visualise events, check reconstructed data, run tools or build your own!

Start learning



Research

Get the genuine working environments, virtual machines and datasets to start your research

Start analysing

Cálculo de la masa invariante de una partícula que se desintegra en otras dos según

$$X \rightarrow A + B$$

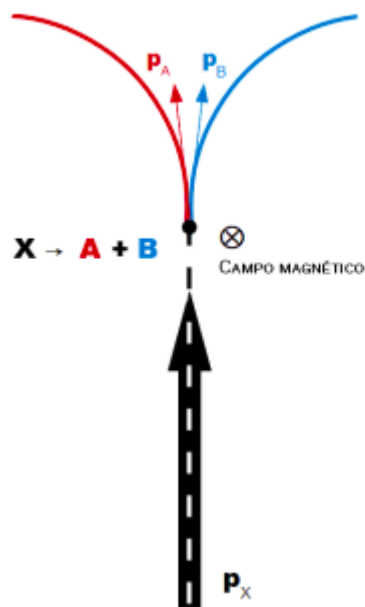
<http://opendata.cern.ch/record/70>

Afortunadamente la energía y el momento lineal (y también la carga eléctrica) se conservan, así que debe cumplir

$$\vec{p}_X = \vec{p}_A + \vec{p}_B \quad [1]$$

$$E_X = E_A + E_B \quad [2]$$

(y también $Q_X = Q_A + Q_B$, lo que nos dice que si X es una partícula neutra, A y B deben tener cargas opuestas)



Pero en mecánica relativista, la relación entre energía y momento NO es $E = \vec{p}^2/2m$ [nuestra amiga la energía cinética de una partícula libre disfrazada, $E = mv^2/2$] sino más bien

$$E = (\vec{p}^2 c^2 + m^2 c^4)^{\frac{1}{2}} (*)$$

Ahora vamos a despejar la masa (invariante) de X, que es lo que andamos buscando:

$$E_X^2 = \vec{p}_X^2 c^2 + M_X^2 c^4$$

$$M_X = \frac{1}{c^2} (E_X^2 - \vec{p}_X^2 c^2)^{\frac{1}{2}}$$

y si ahora sustituimos [1] y [2] llegamos finalmente a la expresión que nos da M_X en función de las energías y momentos de las partículas detectadas, A y B:

$$M_X = \frac{1}{c^2} \left[(E_A + E_B)^2 - c^2 (\vec{p}_A + \vec{p}_B)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Un ejemplo:

100000 dimuon events selected from the Mu dataset from Run2010B. Selected because of the presence of precisely two muons with invariant mass between 2-110 GeV, one of which is a high-quality "global" muon

<https://fbarradass.wordpress.com/2011/05/20/%C2%BFcomo-saber-si-se-ha-descubierto-una-particula-apendice-4-1/>

frecuencia

3700

450

2

3.1

3.7

9.5

masa($\mu\mu$) / GeV

J/ Ψ

$\Psi(2s)$

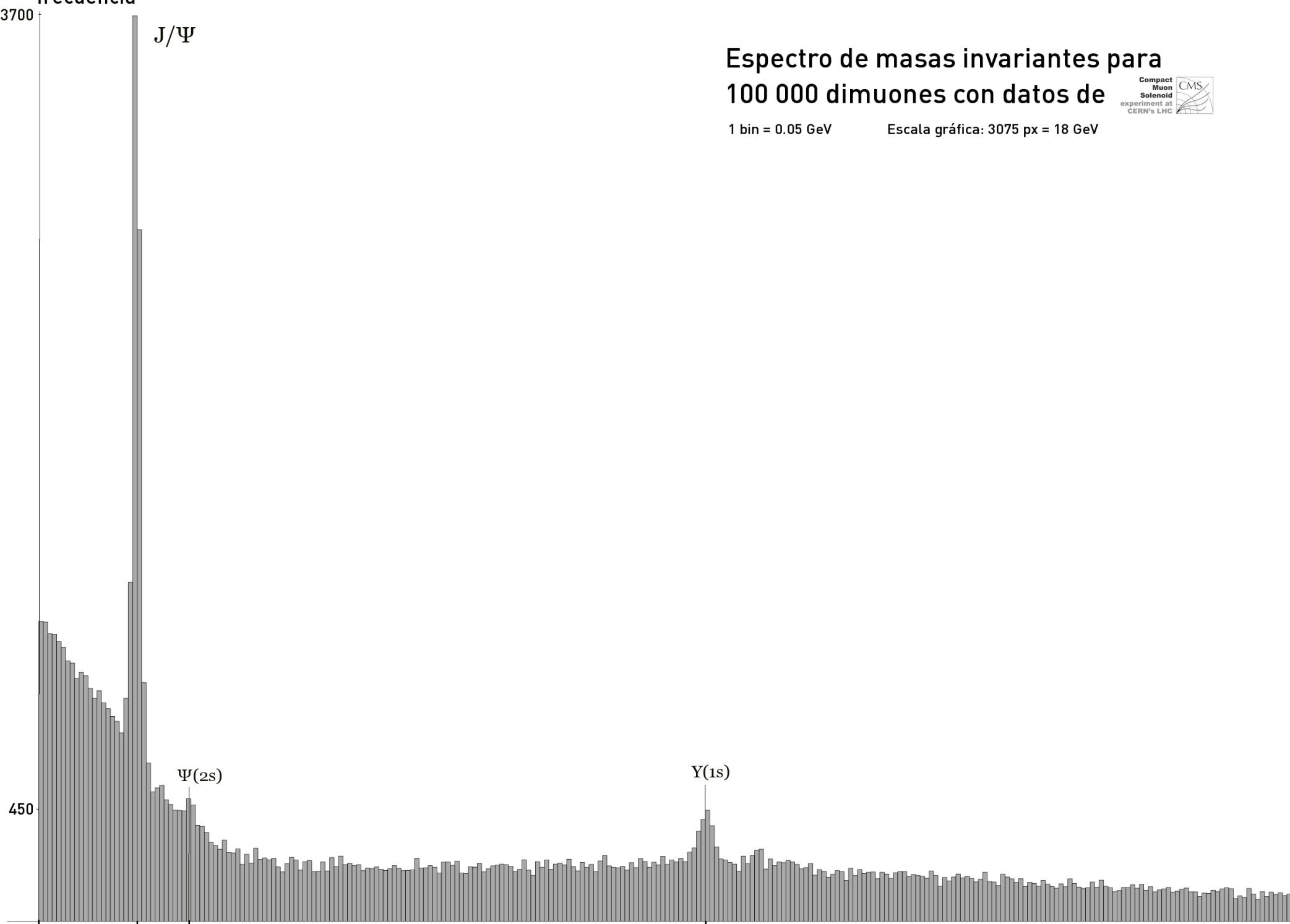
Y(1s)

Espectro de masas invariantes para 100 000 dimuones con datos de



1 bin = 0.05 GeV

Escala gráfica: 3075 px = 18 GeV



Higgs Hunters (*Citizen Science*)

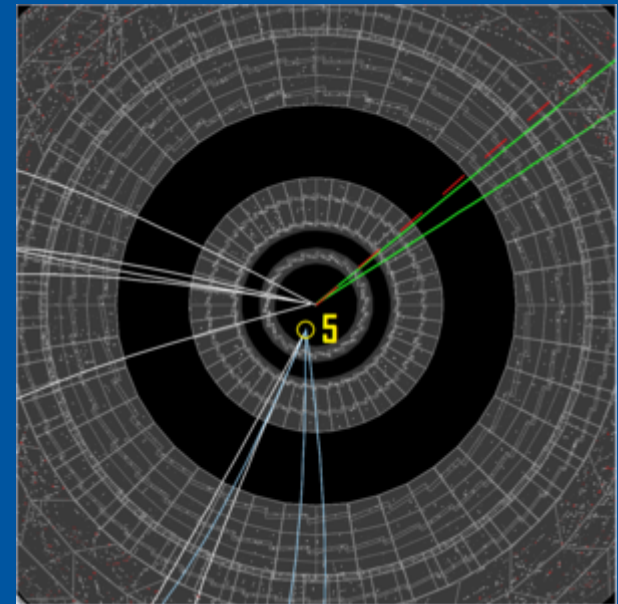
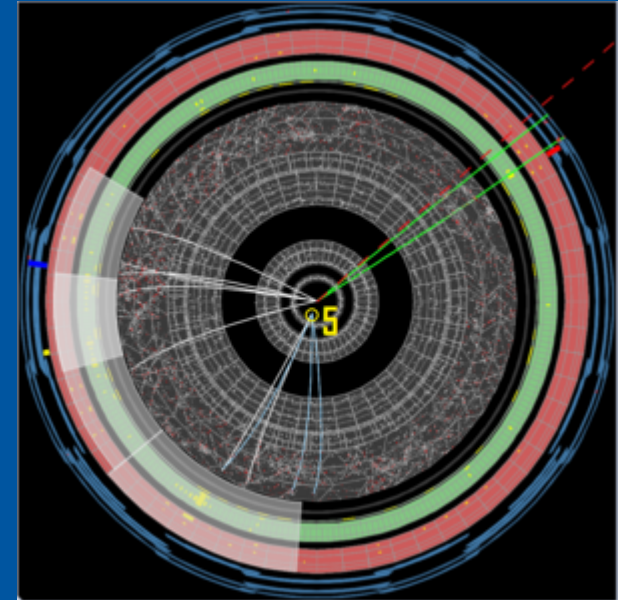
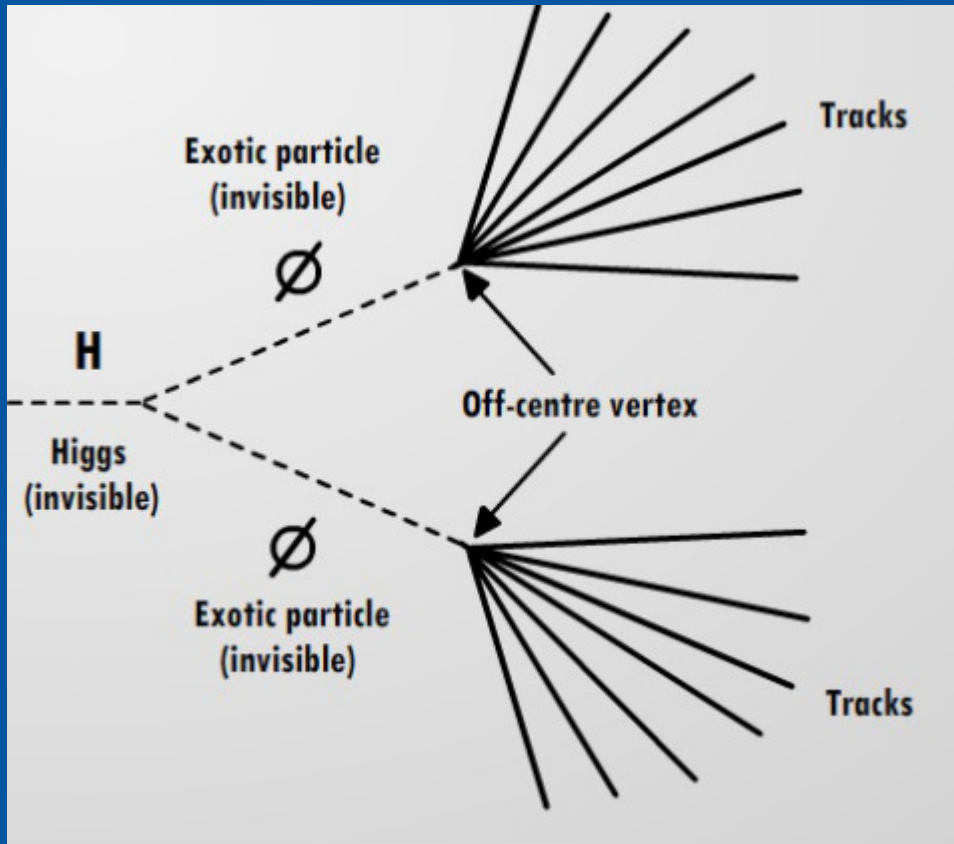
<http://www.higgshunters.org/>

HIGGS HUNTERS [HOME](#) [CLASSIFY](#) [PROFILE](#) [SCIENCE](#) [TEAM](#) [TALK](#) [BLOG](#) [Twitter](#) [Facebook](#) [Google+](#) [A Zooniverse project](#) [SIGN UP](#) | [SIGN IN](#)

Uncover the building blocks of the universe
Help search for unknown exotic particles in the LHC data.

Get started!

Exotic Higgs decays



A beamline for schools (2015)

<http://beamline-for-schools.web.cern.ch/>

CERN Accelerating science

[Sign in](#) [Directory](#)



A beamline for schools

2015

2014

About

How to apply

[FAQ](#)

[Contact](#)

[Useful Documents](#)

How to take part

Register now!

The competition is for teams of high-school students aged 16 and up. Teams can be composed of up to 30 students with at least one adult supervisor, or "coach". Up to nine of the team members and one or two coaches

REGISTRATION

[First step](#)

[Second step](#)

[For teachers](#)

[Terms and conditions](#)

Finalmente, no puedo dejar de hablar del programa HST del CERN para profesores:

 CERN — European Organization for Nuclear Research

CERN Programme for Physics High School Teachers

This 3-week residential programme, which has been taking place every year since 1998 at CERN during the month of July, is open to Physics High School Teachers from all CERN member and observer States, as well as from other countries subject to funding availability, who would like to update their knowledge of particle physics, its associated technologies and related subjects.

Goals of the High School teachers' programme:

- To promote the teaching of physics and, in particular of particle physics, in high schools
- To promote the exchange of knowledge and experience among teachers of different nationalities
- To expose teachers to the world of research
- To stimulate activities related to the popularization of physics within and beyond the classroom
- To help CERN establish closer links with European schools
- To encourage the cooperation between CERN and existing programs sponsored by the European Union in the area of scientific education

The work produced during the 3-week programme is documented and collected by the participants at -

<http://teachers.cern.ch/>.

Please consult this site for more details about the programme, and for a good collection of materials to be used in the class-room.

Merece la pena...

Y recordad;
me podéis preguntar por lo que sea...

<http://www.educa2.madrid.org/web/fbarradas/inicio>

<http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/>

@fbarradass



Paco Barradas
fisica.jdh@gmail.com

Un hombre que cultiva un jardín, como quería Voltaire.

El que agradece que en la tierra haya música.

El que descubre con placer una etimología.

Dos empleados que en un café del Sur juegan un silencioso ajedrez.

El ceramista que premedita un color y una forma.

Un tipógrafo que compone bien esta página, que tal vez no le agrada

Una mujer y un hombre que leen los tercetos finales de cierto canto.

El que acaricia a un animal dormido.

El que justifica o quiere justificar un mal que le han hecho.

El que agradece que en la tierra haya Stevenson.

El que prefiere que los otros tengan razón.

Esas personas, que se ignoran, están salvando el mundo.

¡Gracias!

Francisco Barradas Solas
Centro de Intercambios Escolares
Consejería de Educación
Comunidad de Madrid