

Meesterklas Deeltjesfysica



Universiteit Antwerpen



Programma

9u45	Verwelkoming
10u00	Deeltjesfysica <i>Prof. Nick van Remortel</i>
11u00	Pauze
11u15	Versnellers en Detectoren <i>Prof. Pierre Van Mechelen</i>
11u45	Demonstratie nevelkamer, muon telescoop
12u00	Lunch
13u00	Practicum: analyse van CMS gegevens
15u00	Pauze
15u30	Bespreking resultaten / Videoconferentie
17u00	Einde

Versnellers en detectoren

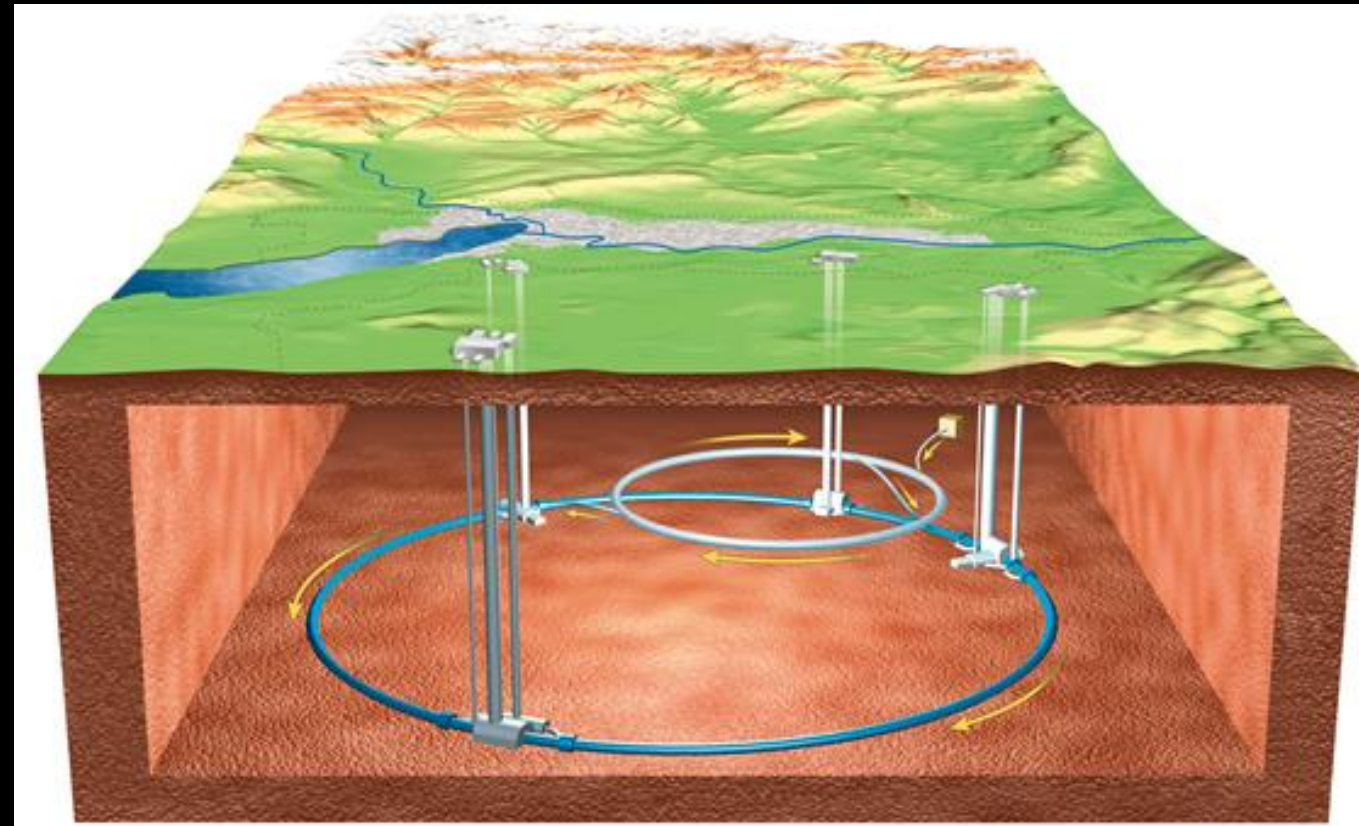


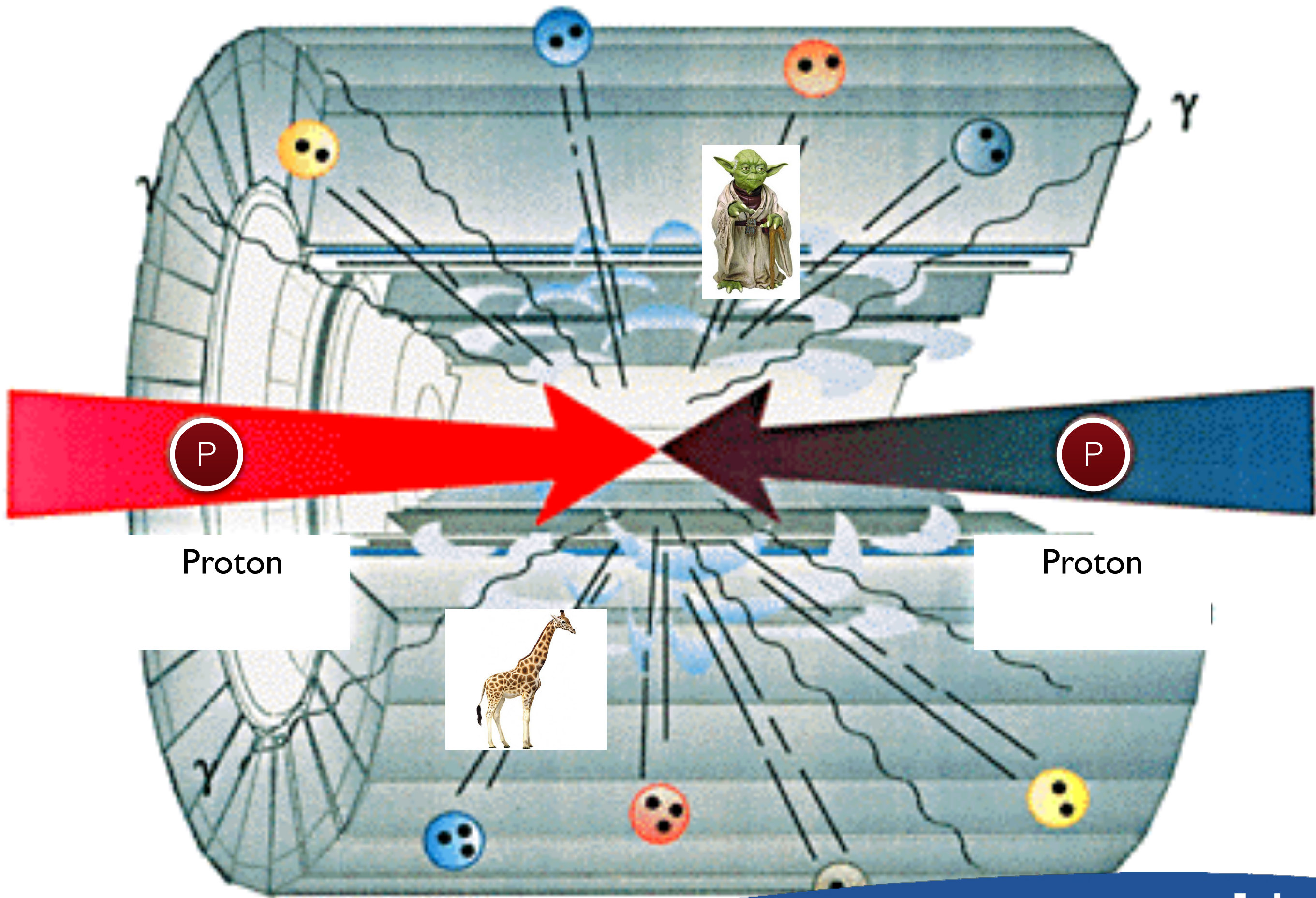
Pierre Van Mechelen
Universiteit Antwerpen



Large Hadron Collider

- Tunnel met omtrek van 27 km, 100 tot 150 m onder de grond
- Temperatuur: $-271\text{ }^{\circ}\text{C}$, kouder dan het heelal
- Vacuum ijler dan op de maan
- 9300 magneten, waarvan 1600 supergeleidend, houden protonen op hun baan
- Protonen botsen met een botsingsenergie van 7 Tera-elektronVolt





Detectie van elementaire deeltjes

Welke eigenschappen moeten deeltjesdetectoren meten?

- Trajecten & verstrooiingshoeken
- Energie en impuls
- Lading
- Deeltjesidentiteit (massa, spin)

Detectortypes

- Sporenkamers
- Calorimeters
- Muonkamers



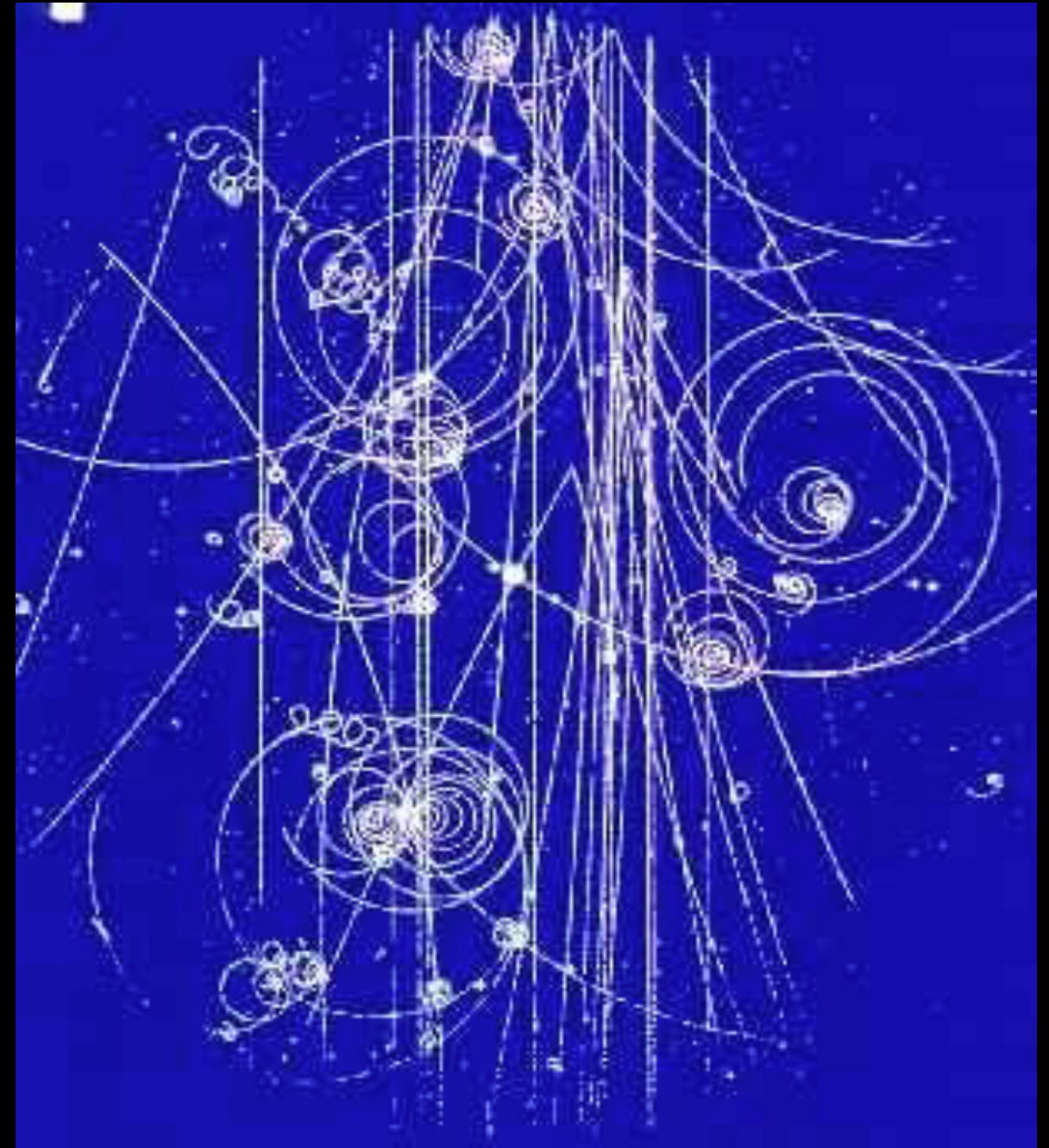
Sporenkamers

Doel

- Zichtbaar maken van de trajecten van elementaire deeltjes
- Meeting van elektrische lading en impuls via aftuiging in magneetveld

Twee types

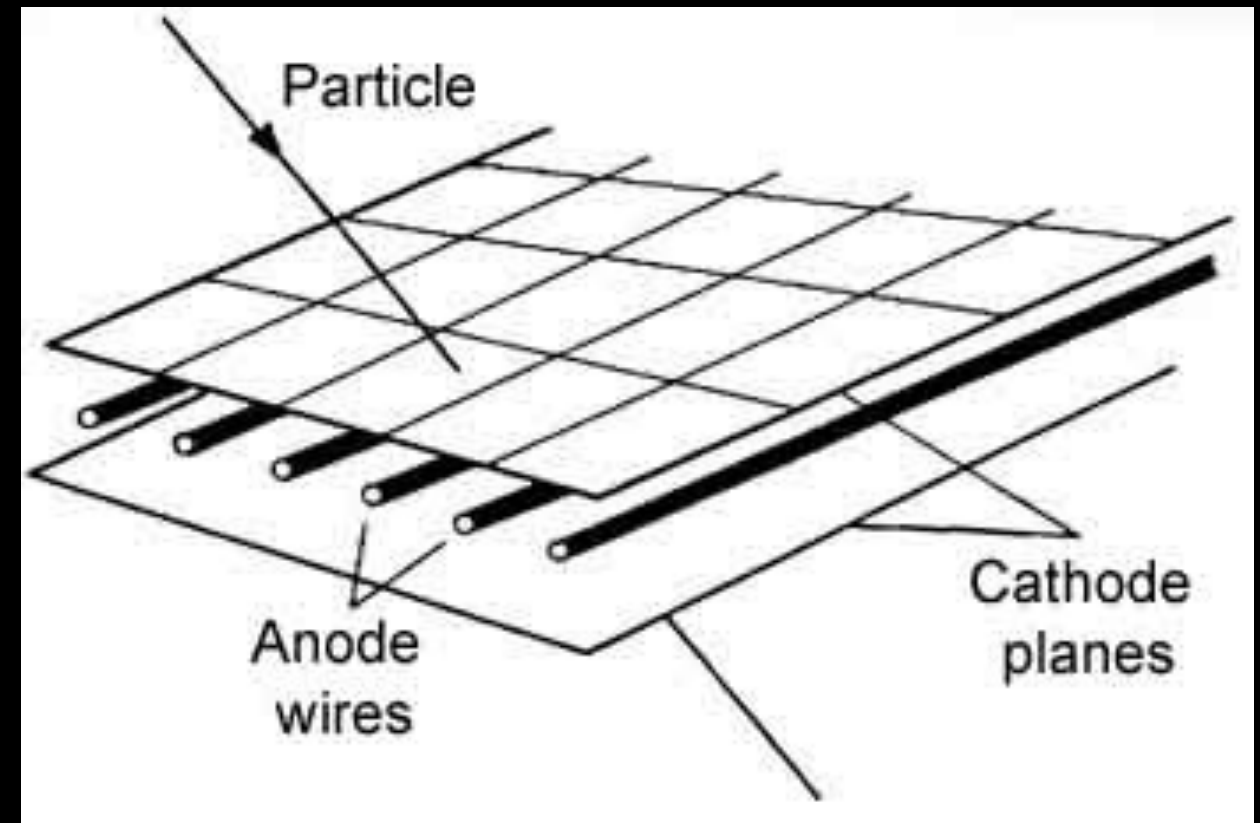
- Dradenkamers
- Halfgeleiderdetectoren



Dradenkamers

Werking

- Elektrisch geladen deeltje ioniseert atomen uit een gas
- Elektronen -> anode; ionen -> kathode
- Ontwikkeling van lawine van secundaire deeltjes
- Positionering van ontlading op anodes (snel) en kathodes (traag)
- Primair deeltje verliest weinig energie en vervolgt ongehinderd zijn weg

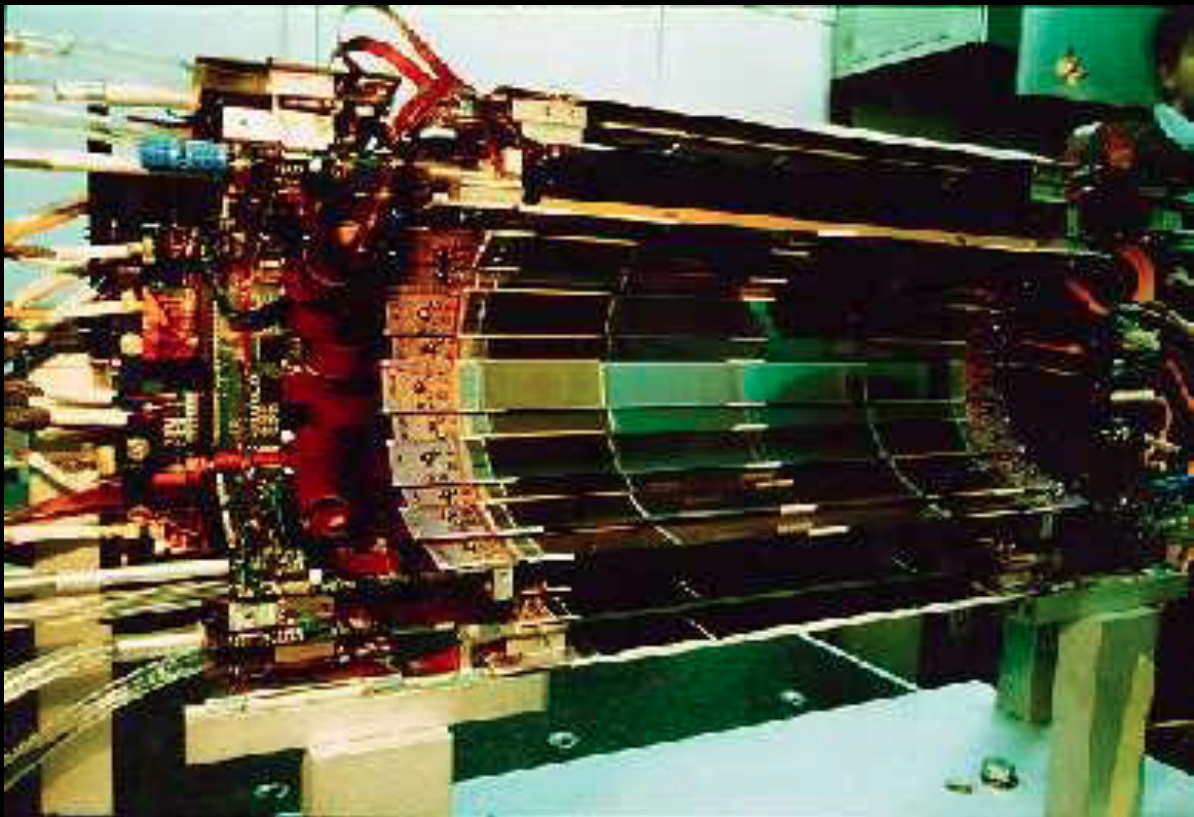


Types

- MWPC (dicht net van anodes)
- K (meting van de drift-tijd)

Halfgeleiderdetectoren

Werking

- Elektrisch geladen deeltje produceert elektron-gat paar in halfgeleider
 - Elektrisch veld scheidt elektronen en gaten
 - Elektrodes aan de buitenkant meten elektrisch signaal
 - Zeer hoge precisie ($\sim 10 \mu\text{m}$) mogelijk door miniaturisatie
- 
- Wordt vaak gebruikt dicht bij het interactiepunt om kortlevende deeltjes te identificeren

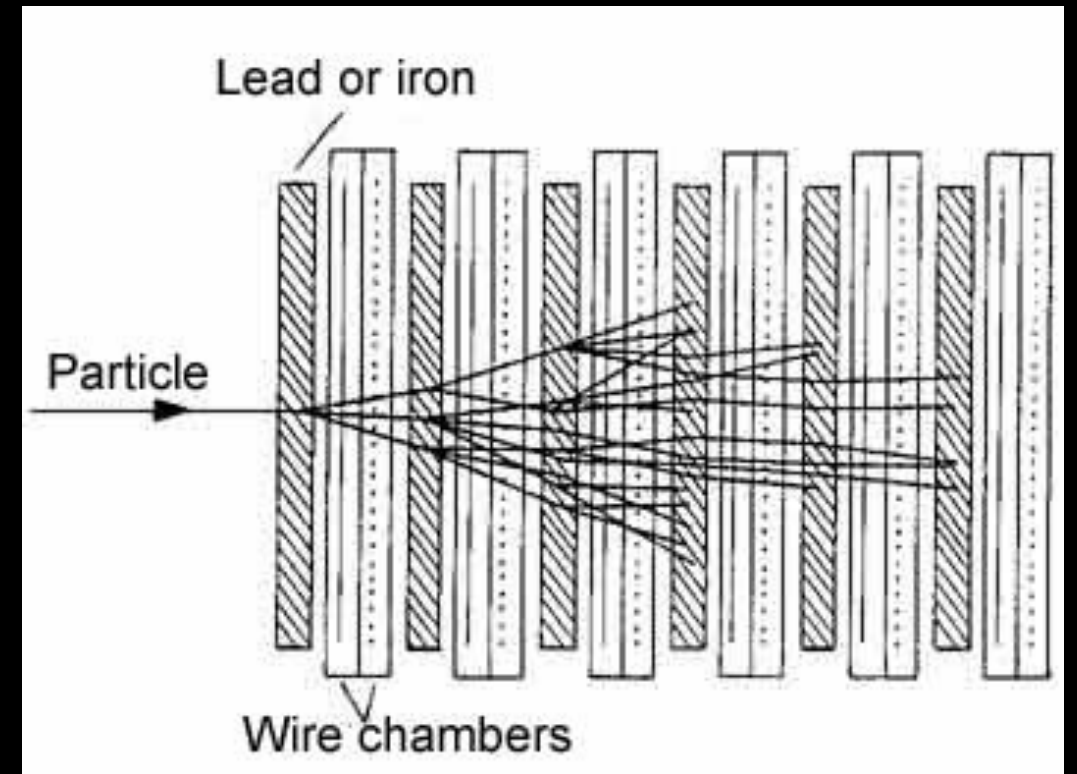
Calorimeters

Doel

- Meten van de energie van deeltjes

Methode

- Absorptie van het deeltje in materiaal met hoge dichtheid -> deeltjeslawine
- Meten van deeltjeslawine met sporenkamers, scintillatoren, ...
- Elektrisch geladen en neutrale deeltjes worden gedetecteerd
- Enkel muonen en neutrino's worden niet volledig geabsorbeerd

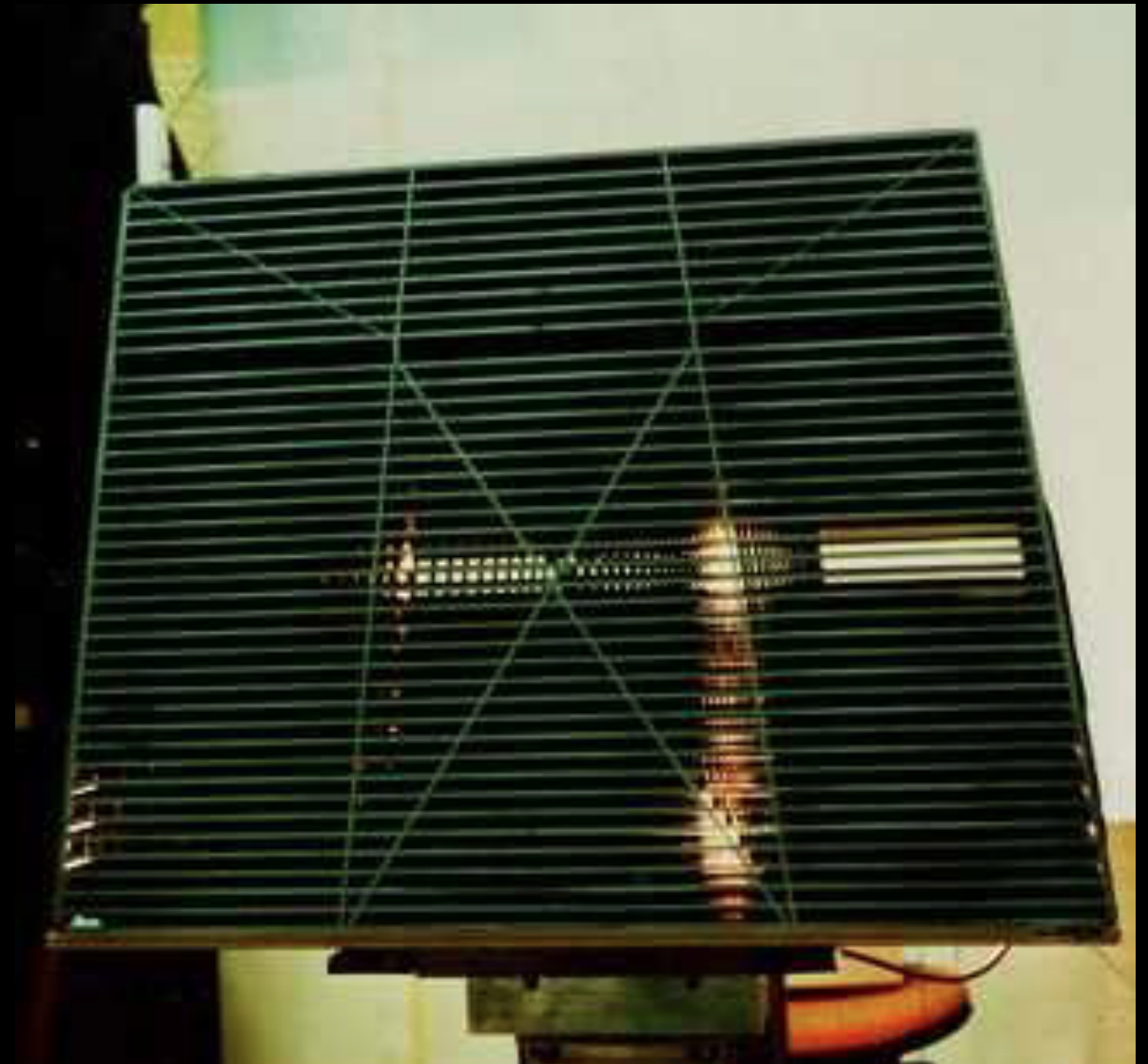


Types

- Elektromagnetische calorimeters
- Hadronische calorimeters

Elektromagnetische calorimeter

- Elektronen, positronen en fotonen produceren relatief korte deeltjeslawines via de elektromagnetische interactie
- Totale energie wordt bv. gemeten via de hoeveelheid ionisatie in de dradenkamers



Hadronische calorimeter

- Hadronen (deeltjes opgebouwd uit quarks) produceren lange en brede deeltjeslawines via de sterke interactie
- Hadronische calorimeters zijn veel groter dan elektromagnetische



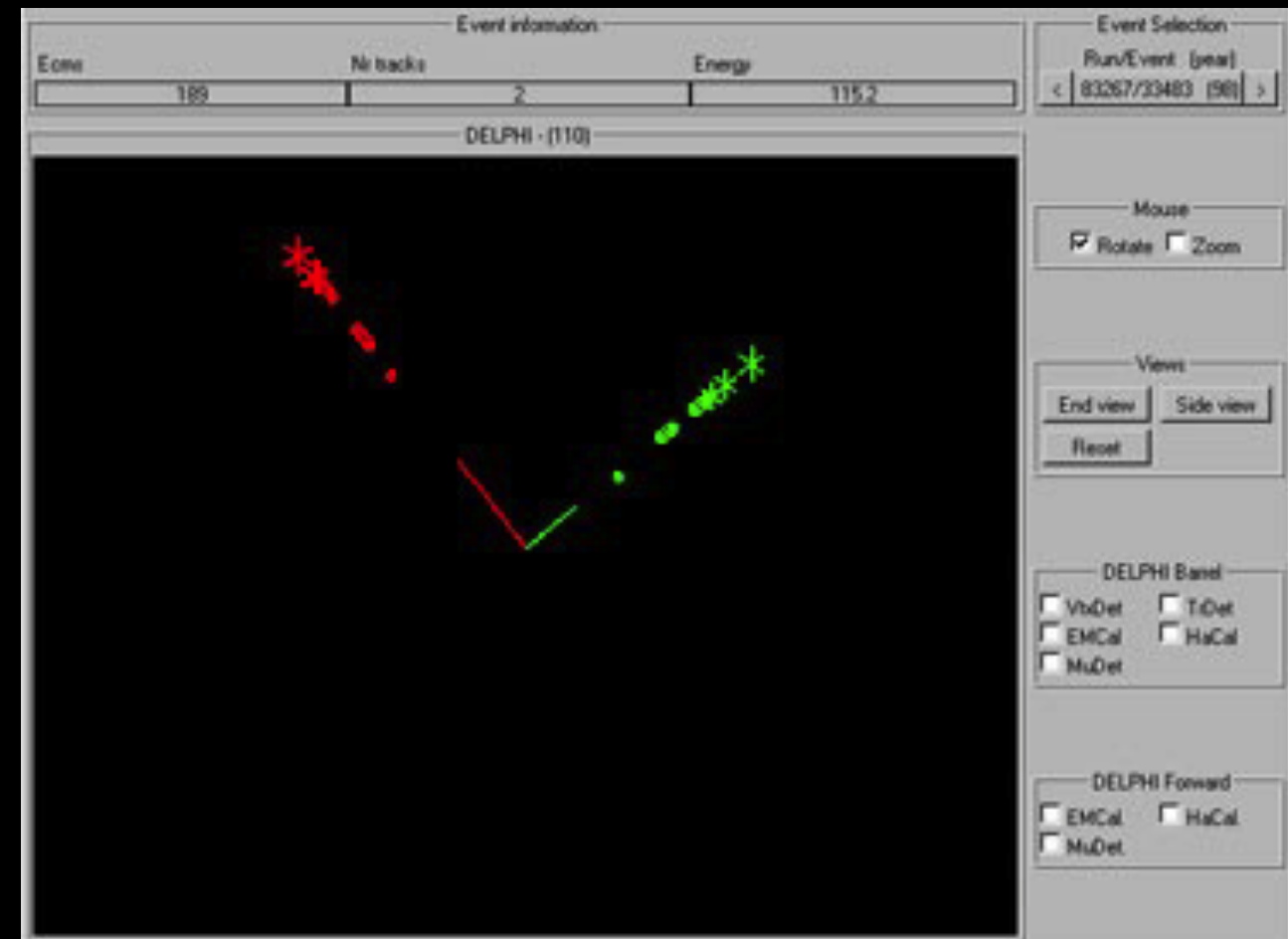
Muonkamers

- Muonen zijn zeer doordringende deeltjes -> passeren sporenkamers en calorimeters relatief ongehinderd
- Muonen kunnen gedetecteerd worden buiten de hadronische calorimeter (alle andere deeltjes, behalve neutrino's werden al tegengehouden)
- Muonkamers bestaan uit een afwisseling van absorptiemateriaal en detectors

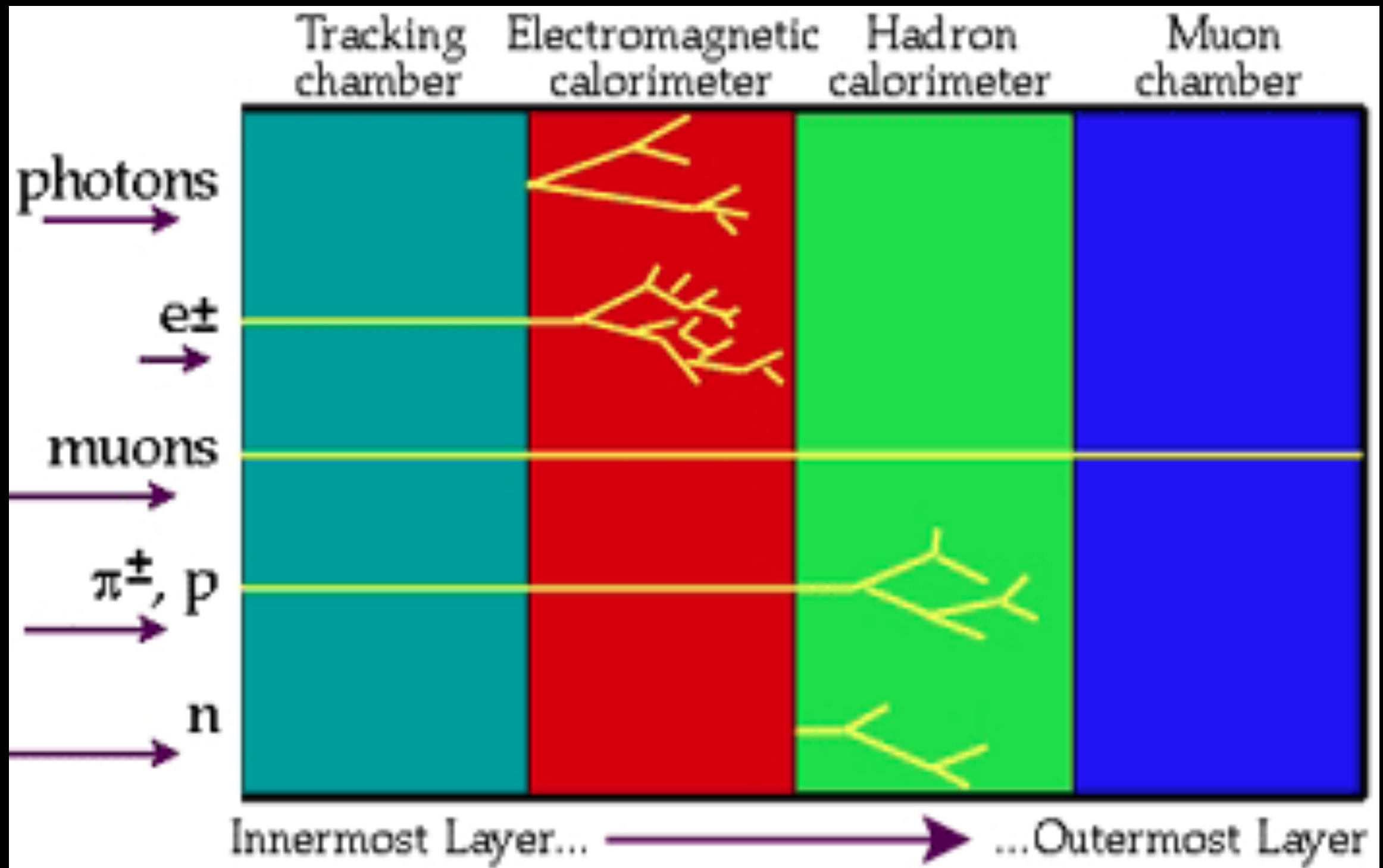


Detectie van neutrino's

- Neutrino's zijn elektrisch neutraal en interageren enkel via de zwakke wisselwerking
- Zeer moeilijk om rechtstreeks te detecteren
- Behoud van impuls verraaft de aanwezigheid van neutrino's



Identificatie van elementaire deeltjes



CMS Detector

Pixels
Tracker
ECAL
HCAL
Solenoid
Steel Yoke
Muons

SILICON TRACKER
Pixels ($100 \times 150 \mu\text{m}^2$)
~1m² 66M channels
Microstrips (50-100 μm)
~210m² 9.6M channels

**CRYSTAL ELECTROMAGNETIC
CALORIMETER (ECAL)**
76k scintillating PbWO₄ crystals

PRESHOWER
Silicon strips
~16m² 137k channels

**CASTOR
CALORIMETER**
Tungsten +
quartz plates

**FORWARD
CALORIMETER**
Steel + quartz fibres

MUON CHAMBERS
Barrel: 250 Drift Tube & 500 Resistive Plate Chambers
Endcaps: 450 Cathode Strip & 400 Resistive Plate Chambers

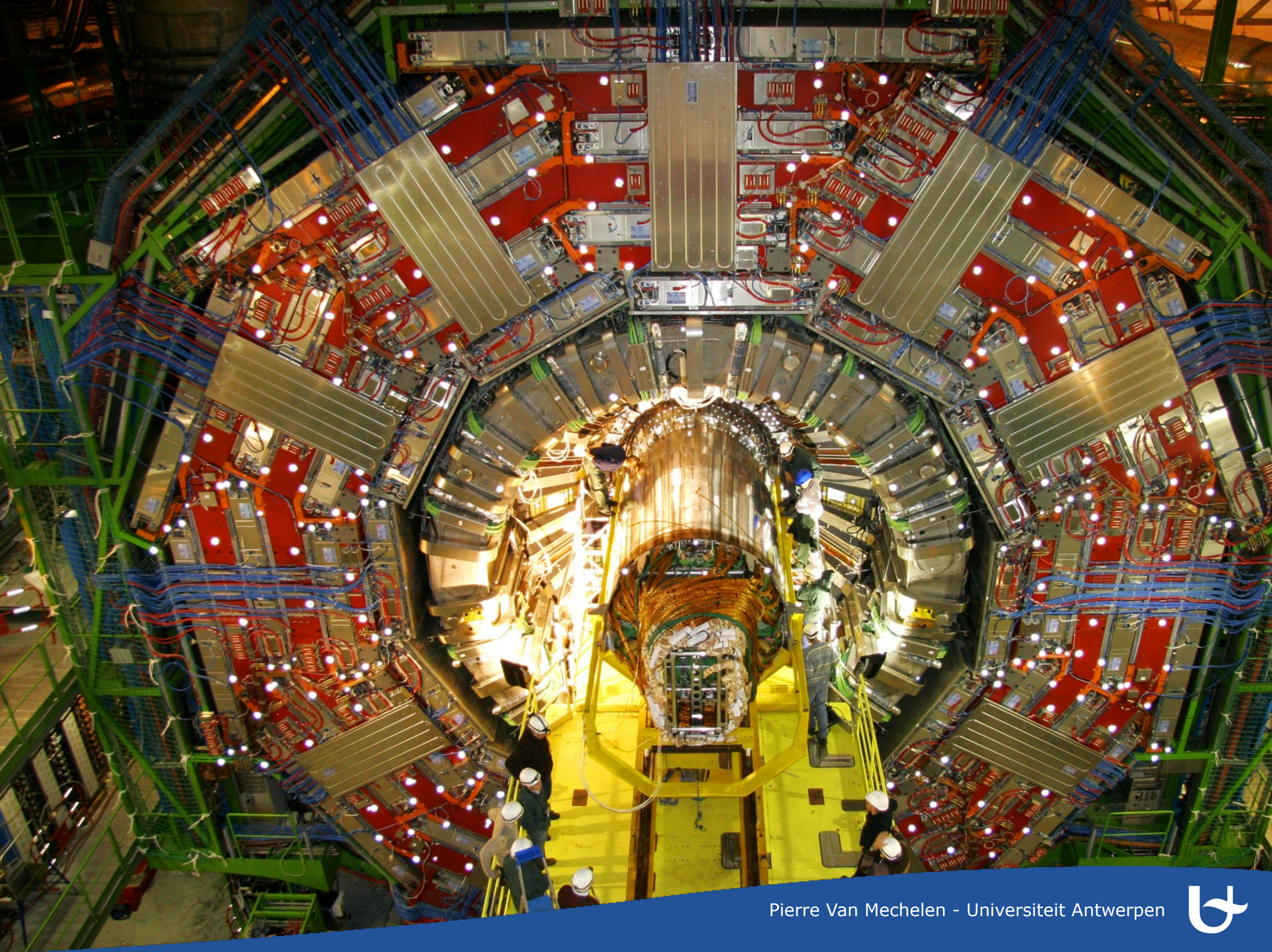
HADRON CALORIMETER (HCAL)
Brass + plastic scintillator

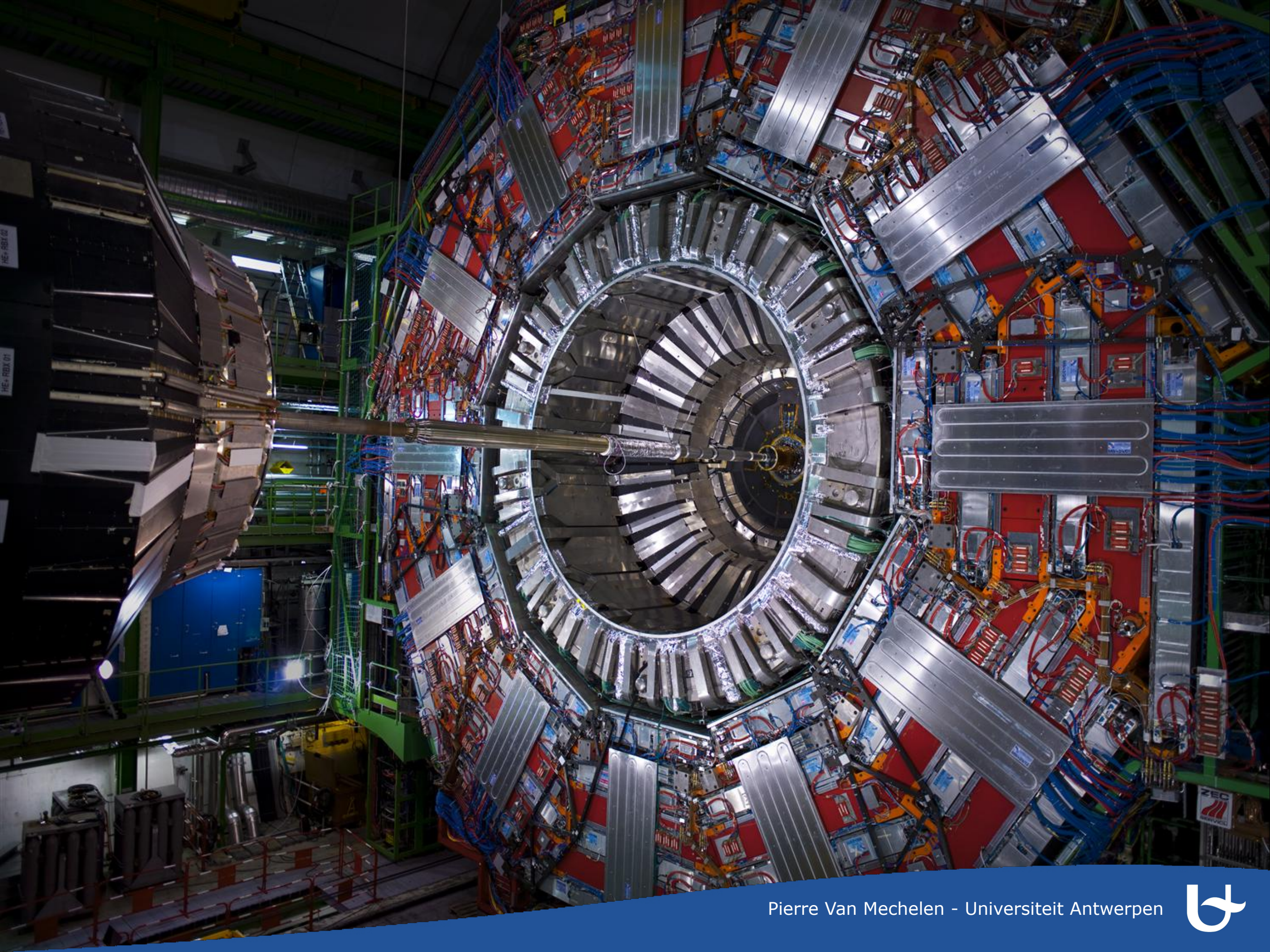
**SUPERCONDUCTING
SOLENOID**
Niobium-titanium coil
carrying ~18000 A

STEEL RETURN YOKE
~13000 tonnes

**ZERO-DEGREE
CALORIMETER**

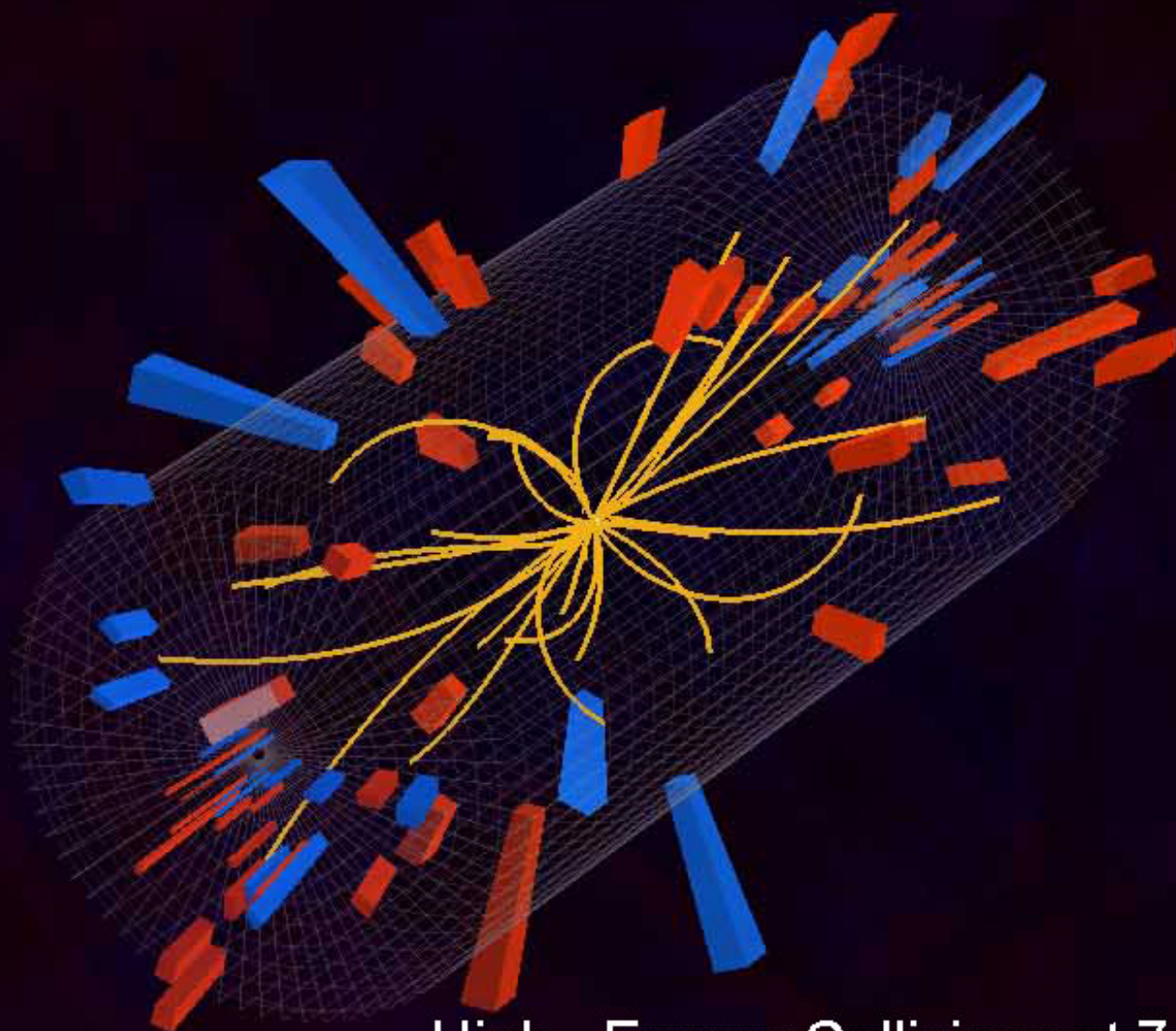
Total weight : 14000 tonnes
Overall diameter : 15.0 m
Overall length : 28.7 m
Magnetic field : 3.8 T





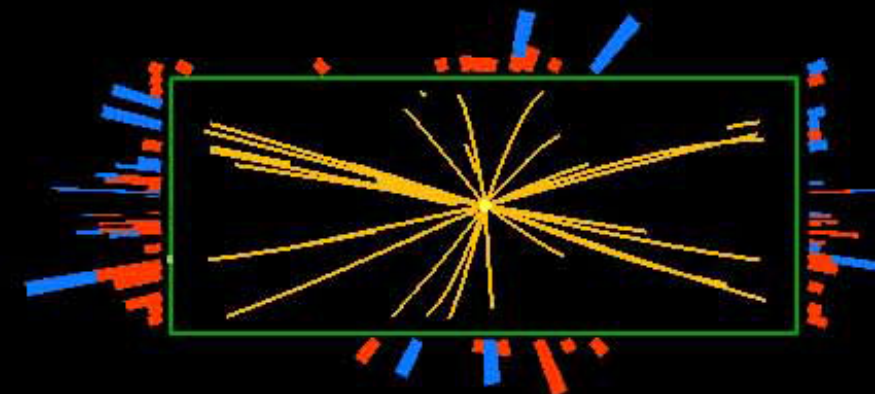


CMS Experiment at LHC, CERN
Data recorded: Tue Mar 30 12:58:48 2010 CEST
Run/Event: 132440 / 2737921
Lumi section: 124
Orbit/Crossing: 32323764 / 1

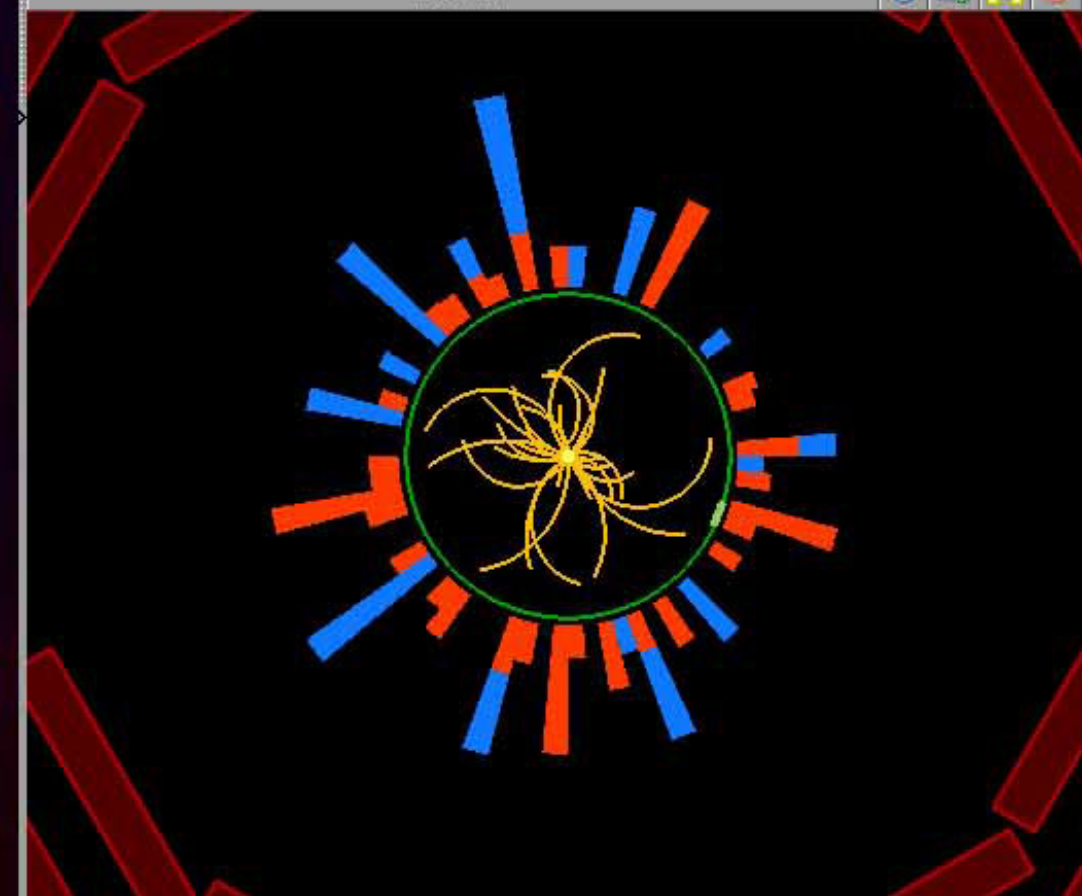


High - Energy Collisions at 7 TeV
LHC @ CERN
30.03.2010

Rho Z

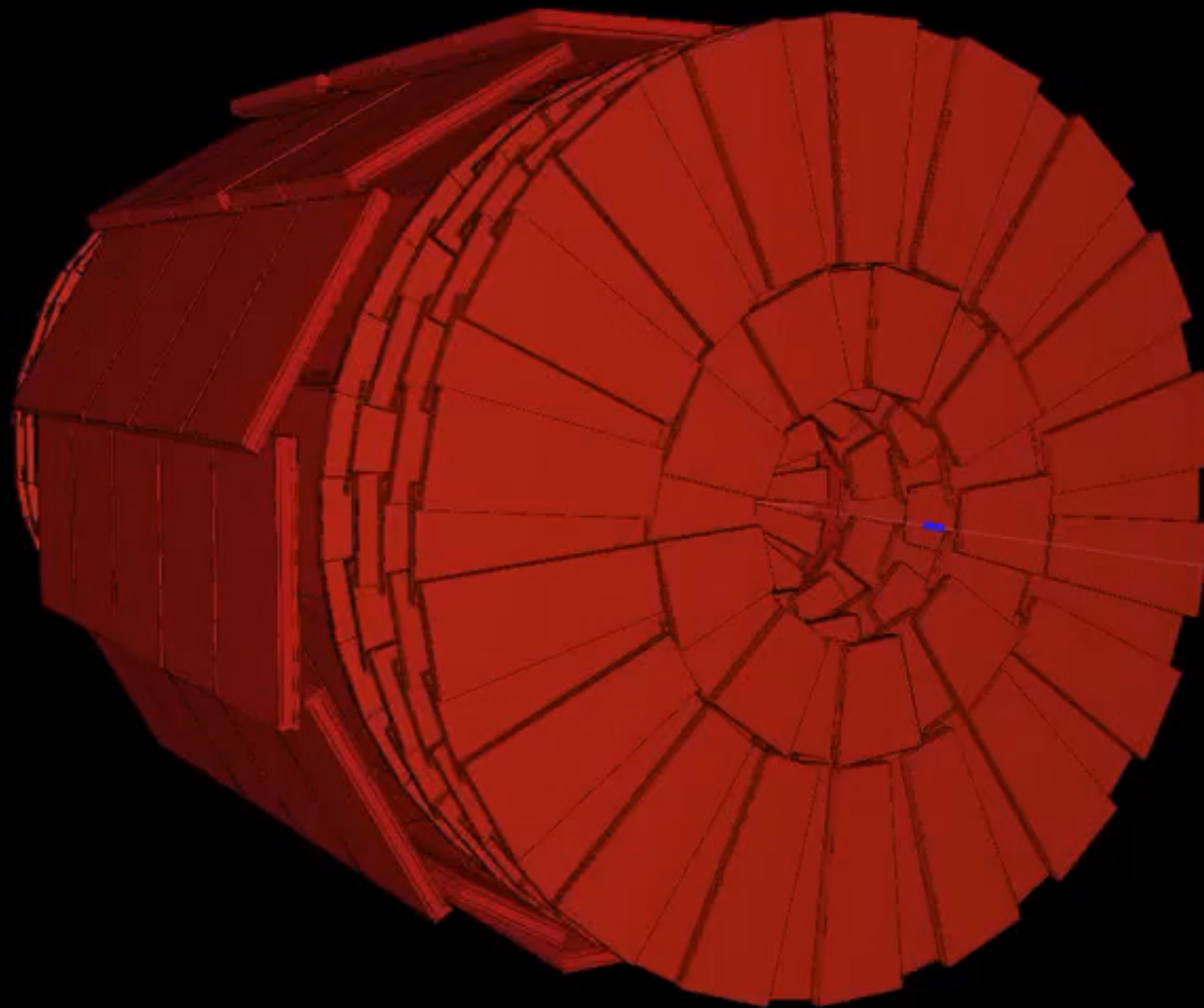


Rho Phi



$$H \rightarrow \gamma\gamma$$

CMS Experiment at the LHC, CERN
Sat 2011-Apr-23 06:05:17 CET
Run 163302 Event 27907479
C.O.M. Energy 7.00TeV
H>GammaGamma candidate



$$H \rightarrow \gamma\gamma$$

