

Детектори във физиката на елементарните частици

П.Яйджиев, ИЯИЯЕ - БАН

Програма на LHC

Преминаване на частици през
веществото

Детектори: ATLAS и CMS

Елементи на детектора CMS: Трекови детектори, Калориметри

Мюонни детектори

Програма на LHC

Да се намерят нови частици/ нови симетрии/
нови сили?

Произход на масата – Higgs бозон;

Суперсиметрични частици – частици на
тъмната материя?

Допълнителни размерности пространство-
време: гравитон?

Изучаване на CP нарушението;

Изучаване на кварк-глюонна плазма;

Неочаквани резултати.

Да се излезе извън SM

Инструментариум

Ускорители - мощни машини, които
ускоряват частици до екстремно високи
енергии и ги сблъскват с други частици;

Детектори - гигантски инструменти, които
записват информацията от родените в
точката на сблъскване нови частици;

Компютърни системи – да събират,
съхраняват, анализират и разпространяват
огромното количество данни, произведени
от тези детектори;

Научни колективи – учени и инженери,
които да построят, поддържат и използват
тези комплексни машини.

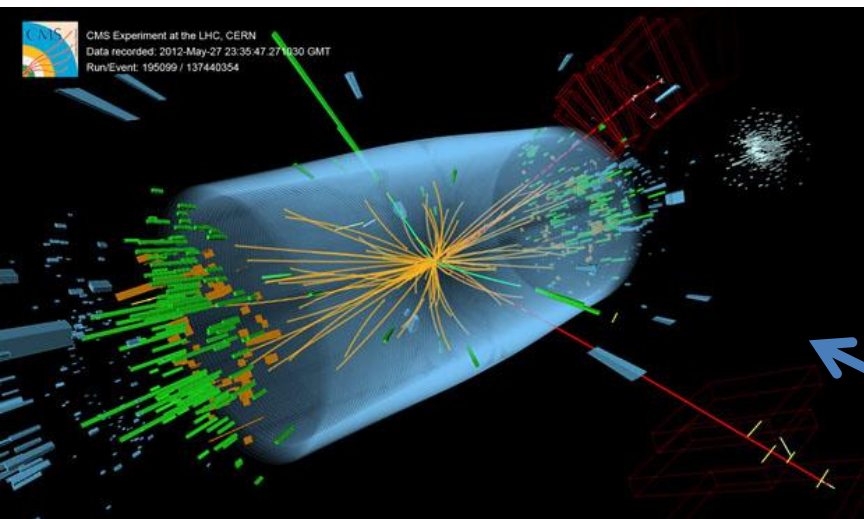
LHC

Dimanche 6 Avril 2008 : Plongée dans le fabuleux monde du LHC !



pp взаимодействие при $7 + 7$ TeV, 2 насрещни снопа
 $k = 2808$ пакета от протони в сноп
 $N = 1011$ протона в пакет
 $f =$ пресичане на сноповете = 40MHz

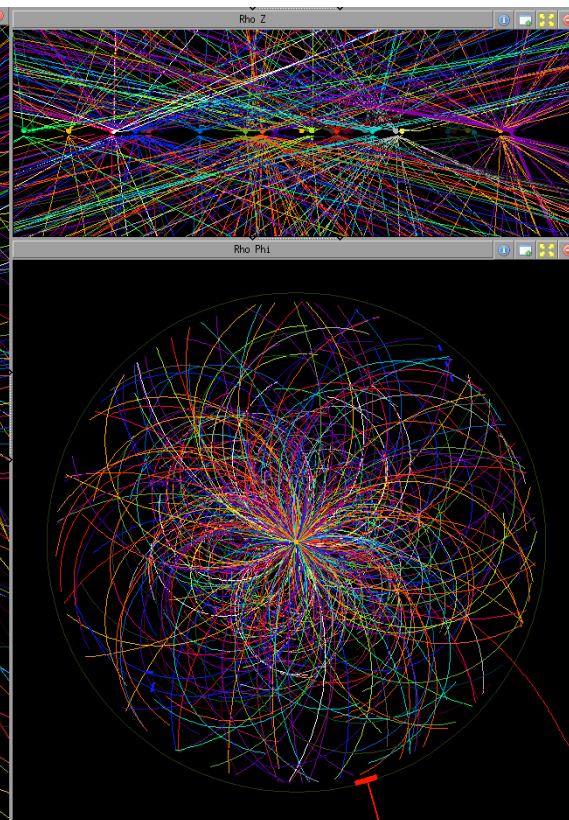
ЛHC – CMS – запис на 1 събитие



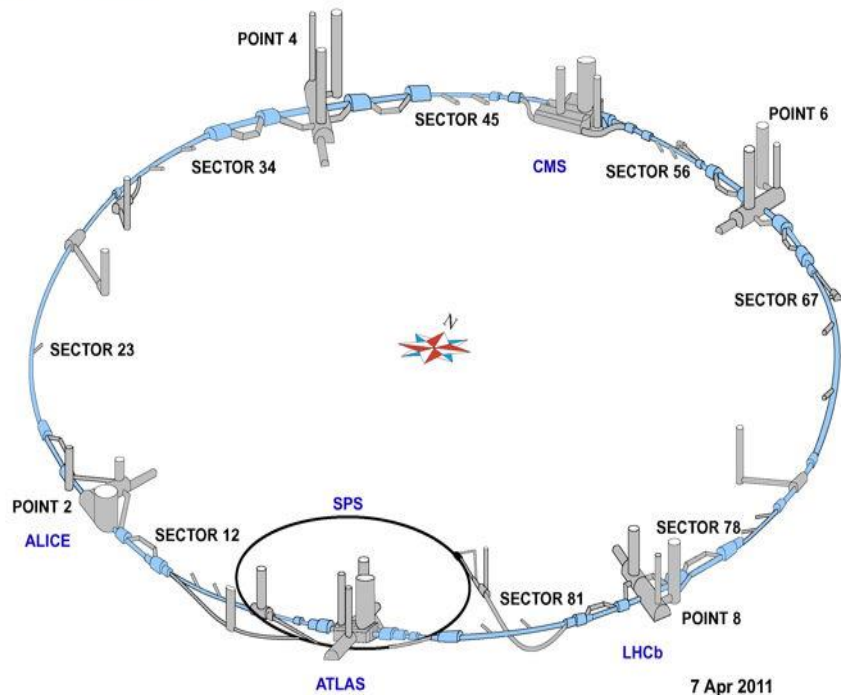
CMS има около 100 милиона канала и прави „ цифрови“ снимки 40 милиона пъти в секунда!

/цифрова камера ~ 20 милиона пиксела/

1 събитие



С повишаване на светимостта броят на събития по време на един интервал на сблъскване на протоните /25 наносекунди/ расте до 50



Технологично предизвикателство

1. ~ 1 милиард протон-протонни взаимодействия за 1 s
Пакети, съдържащи 10¹¹ протона, се пресичат 40 милиона пъти в центъра на всеки експеримент
2. Огромни потоци от вторични частици
Хиляди частици пресичат детектора всеки 25 ns
Голям брой канали ~ 100 милиона
Голям брой информация (1 MB / 25 ns = 40 TB за 1 s)
3. Висока радиация от n и γ

Изисквания към детекторите

Многоканален детектор

Да покрива целия телесен ъгъл 4 π

Херметична калориметрична система

Да регистрира направлението и идентифицира заряда и масата на всички частици

Да измери техния импулс или енергия

Мощна вътрешна трекова система

Висока разделителна способност на електромагнитния калориметър

Много добра мюонна идентификация и измерване на импулса

Високо радиационно устойчиви материали

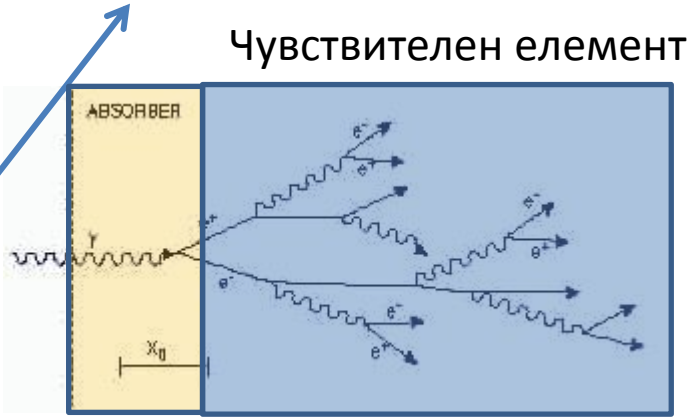
Преминаване на частици през вещество

Понастоящем за регистрацията на частици се използват следните процеси при тяхното взаимодействие с веществото на детектора:

1. Електромагнитно взаимодействие (всички заредени + γ)
2. Силно взаимодействие (адрони, включително и неутралните – n)
3. Слабо взаимодействие (нейтрино - ν)

Основни процеси при преминаване на ел. частици през веществото на детекторите

Електромагнитна лавина



X_0 - Радиационна дължина – средната дължина на проникване във веществото преди да се предизвика ЕМ лавина само от електрони, позитрони и фотони

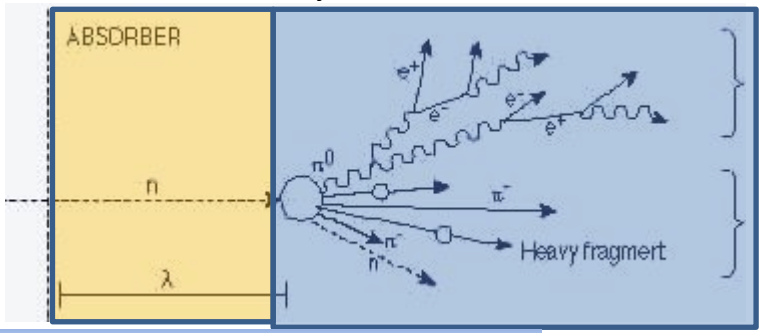
1. Масата (e) конвертира в енергия (γ)
2. Раждат се e^+e^- двойки

Адронна лавина

λ - Интеракционна дължина – средната дължина на проникване във веществото преди да се предизвика адронна лавина

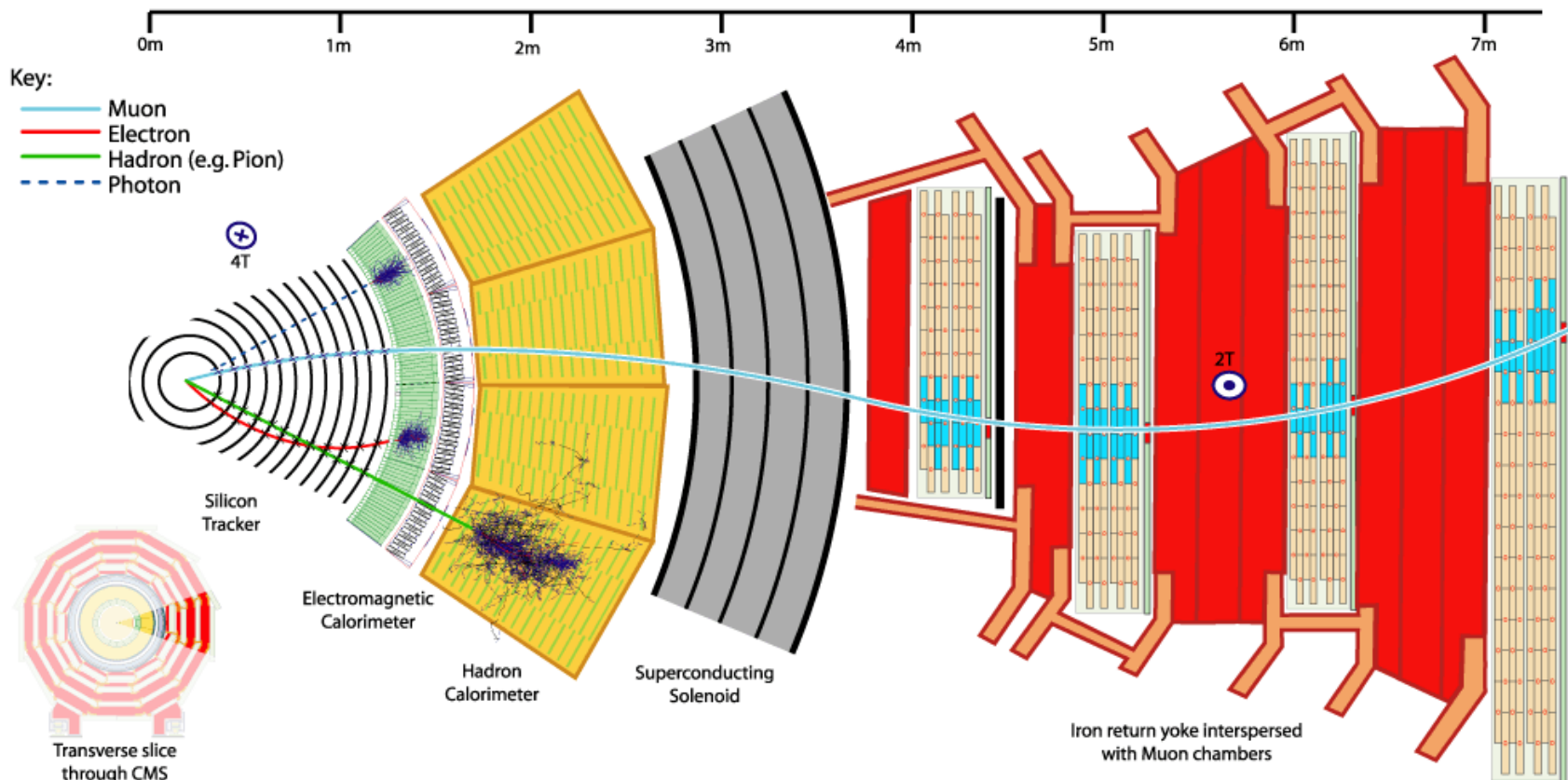
Раждат се различни частици - $p, n, \pi, \nu, \lambda, K, \Theta$

Чувствителен елемент



EM каскад
Адронен каскад

Елементи на детектор за елементарни частици на Compact Muon Solenoid - CMS LHC



Елементи на детектора CMS :

1. Треков детектор /траектория на заредените частици/
2. Електромагнитен калориметър /ЕМ компонента на енергията на заредени частици и фотони/
3. Адронен калориметър /енергия на заредени и неутрални частици/
4. Мюонен детектор / траектория и време на прелитане на мюони -тригер/.

38 Countries, 183 Institutes, 3000 scientists and engineers (including 400 students)

TRIGGER, DATA ACQUISITION & OFFLINE COMPUTING

Austria, Brazil, CERN, Finland, France, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Korea, Lithuania, New Zealand, Poland, Portugal, Switzerland, UK, USA

TRACKER

Austria, Belgium, CERN, Finland, France, Germany, Italy, Japan*, Mexico, New Zealand, Switzerland, UK, USA

CRYSTAL ECAL

Belarus, CERN, China, Croatia, Cyprus, France, Italy, Japan*, Portugal, Russia, Serbia, Switzerland, UK, USA

PRESHOWER

Armenia, CERN, Greece, India, Russia, Taiwan

RETURN YOKE

Barrel: Estonia, Germany, Greece, Russia
Endcap: Japan*, USA

SUPERCONDUCTING MAGNET

All countries in CMS contribute to Magnet financing in particular:
Finland, France, Italy, Japan*, Korea, Switzerland, USA

FEET

Pakistan China

FORWARD CALORIMETER

Hungary, Iran, Russia, Turkey, USA

HCAL

Barrel: Bulgaria, India, Spain*, USA
Endcap: Belarus, Bulgaria, Georgia, Russia, Ukraine, Uzbekistan
HO: India

MUON CHAMBERS

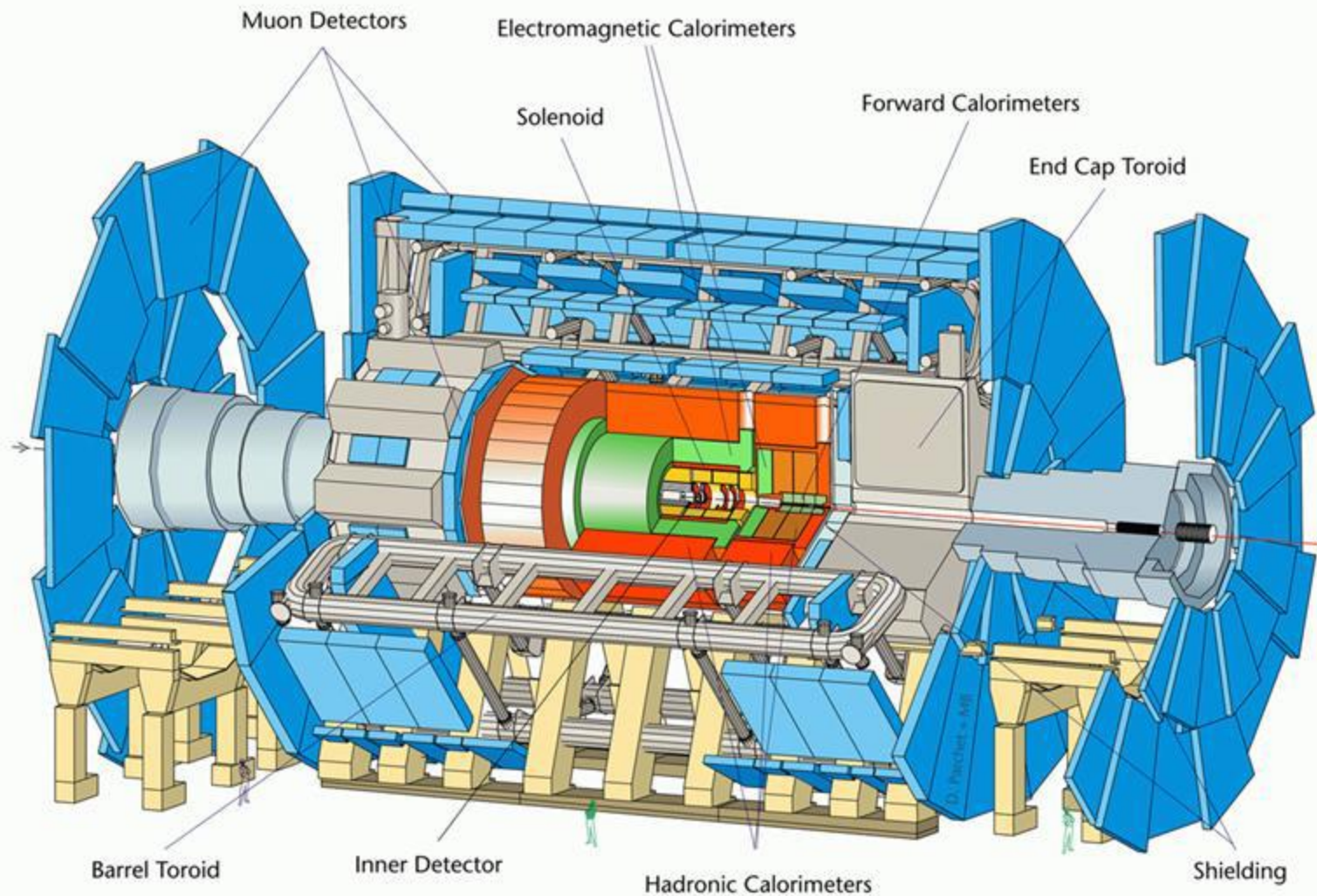
Barrel: Austria, Bulgaria, CERN, China, Germany, Hungary, Italy, Spain,
Endcap: Belarus, Bulgaria, China, Colombia, Korea, Pakistan, Russia, USA

Total weight : 12500 T
Overall diameter : 15.0 m
Overall length : 21.5 m
Magnetic field : 4 Tesla

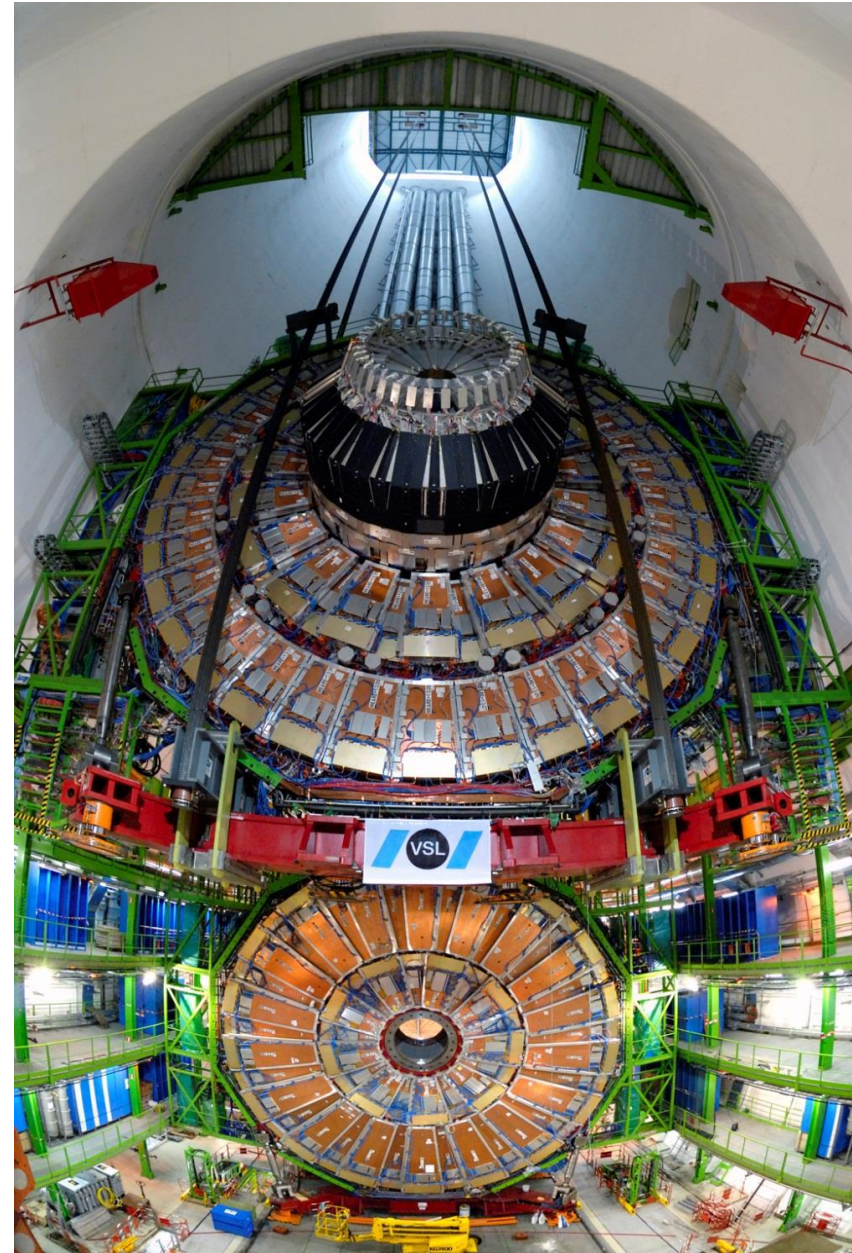
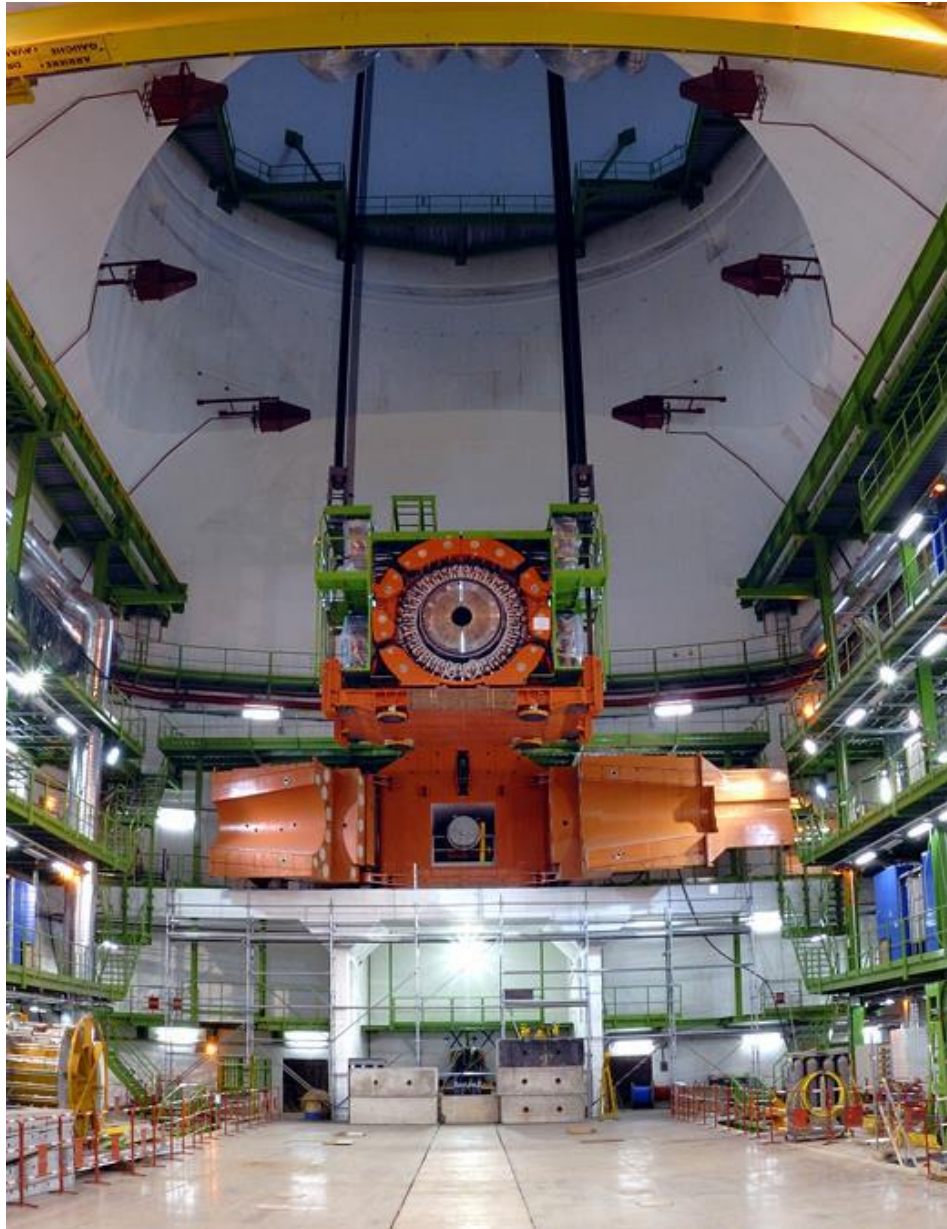
* Only through industrial contracts

ATLAS

38 страни, 177 Института, 2800 учени и инженери, 1000 студенти



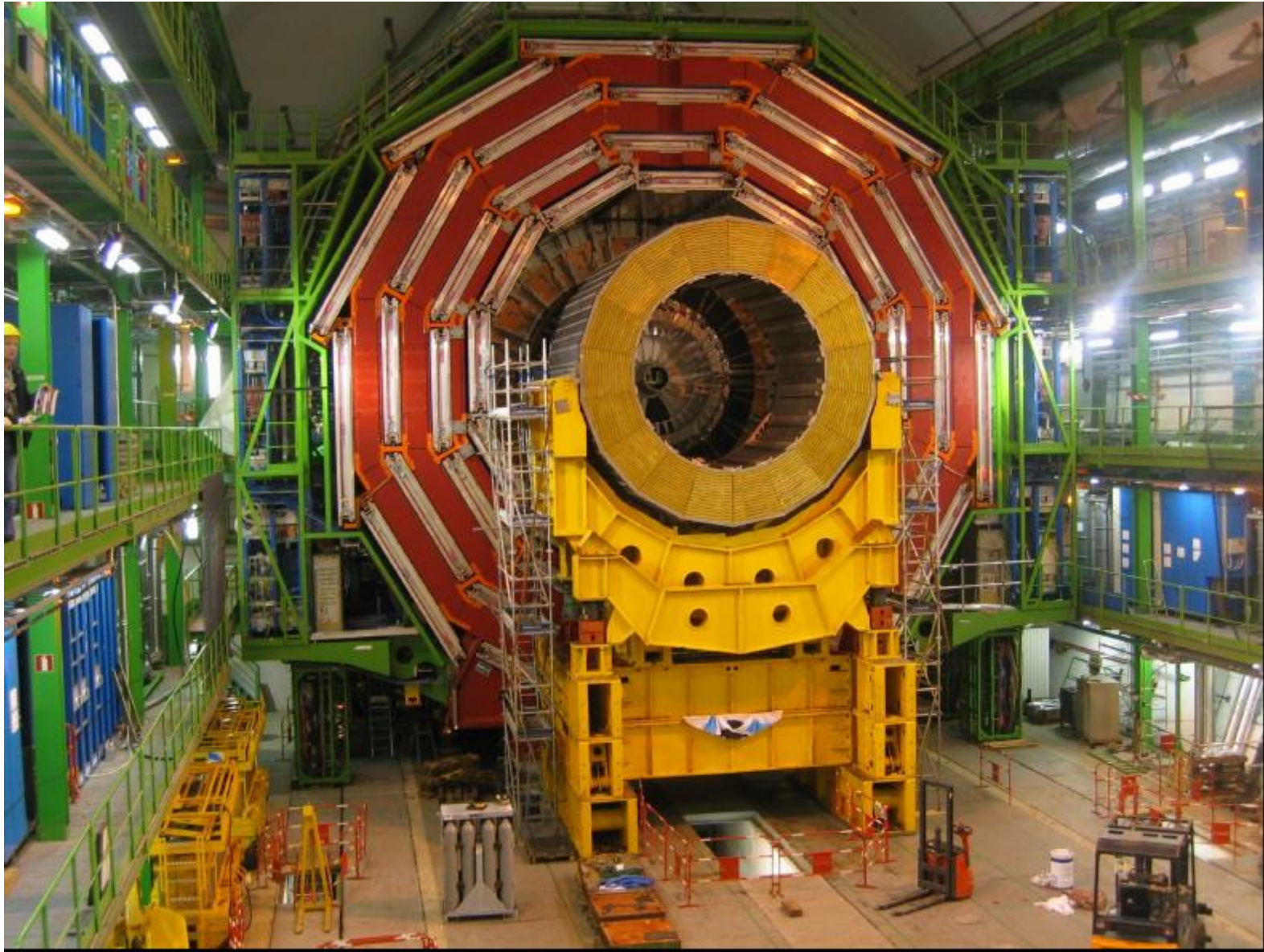
Инсталиране на детектора CMS



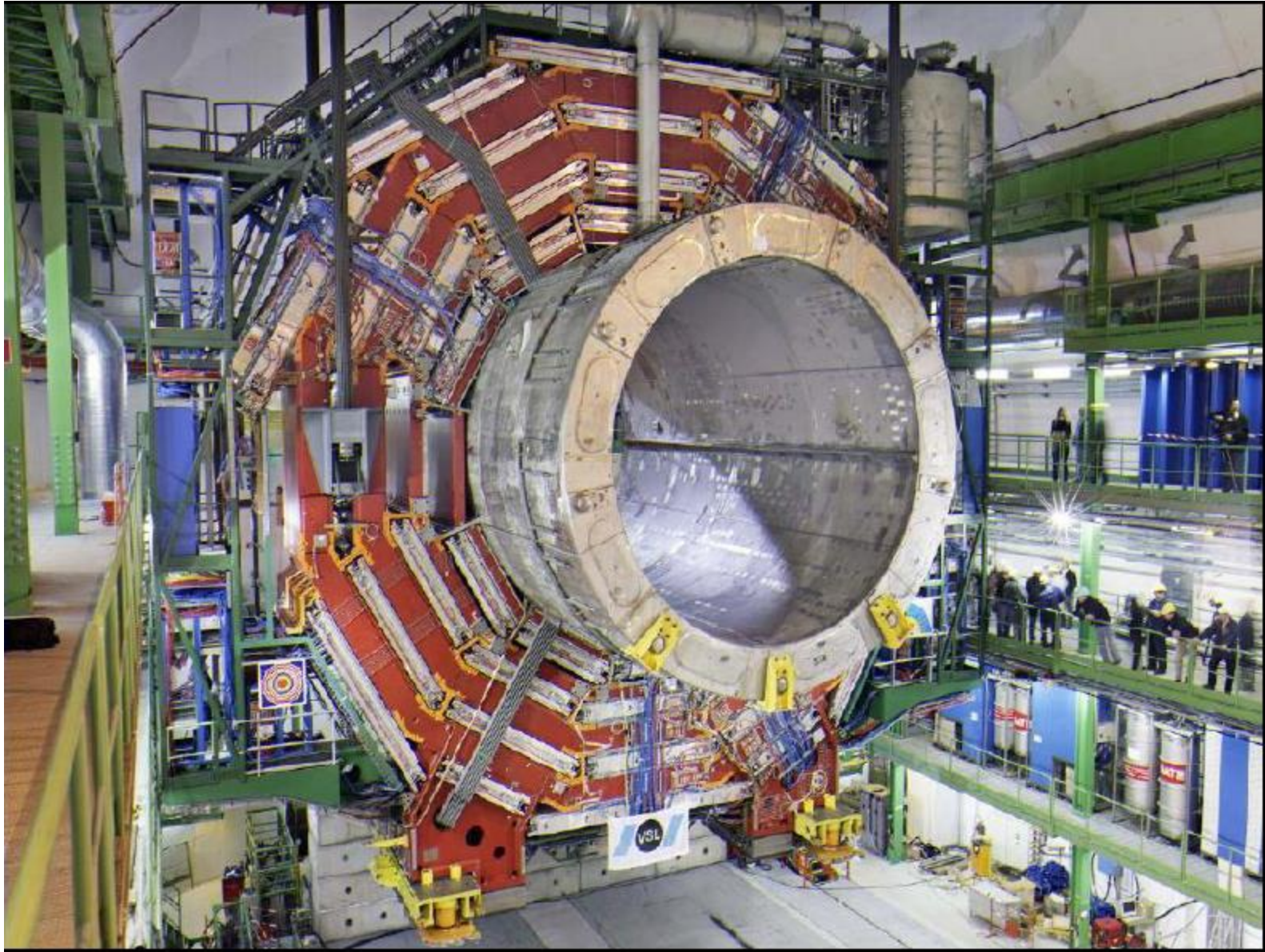
Инсталиране на детектора CMS



Инсталиране на детектора CMS



Инсталиране на детектора CMS



Инсталиране на детектора CMS

