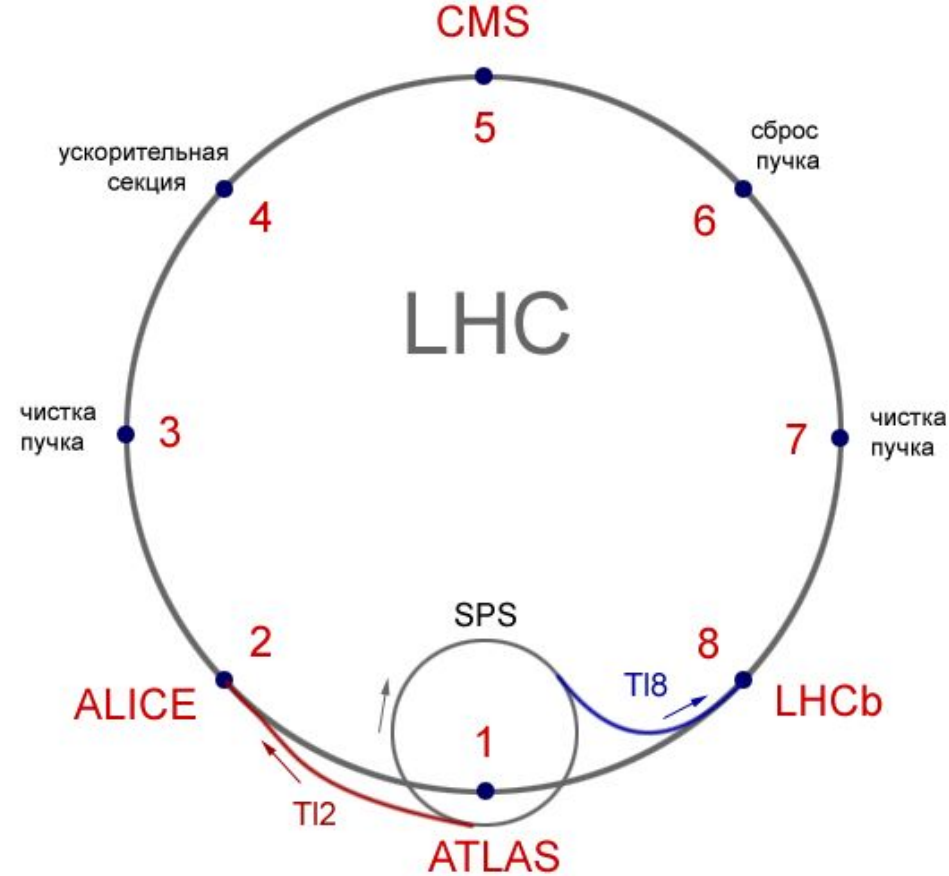


Расположения основных элементов ускорительного кольца LHC.



Протонные пучки попадают в LHC из предварительного ускорителя SPS

Линии передачи пучка (T12 и T18), соединяющие два этих кольцевых ускорителя вместе со специальными магнитами на каждом из них, составляют вместе **инжекционный комплекс** коллайдера LHC (от слова «инжекция» — впрыскивание пучка).

Поскольку на SPS пучок крутится только в одну сторону, инжекционный комплекс состоит из двух линий и имеет несимметричный вид. В ускорительное кольцо SPS протоны попадают из источника через цепочку еще меньших ускорителей.

ИНЖЕКЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС

Инжекционный комплекс — это сложное инженерное сооружение, работоспособность которого зависит не только от правильной настройки магнитной системы, но и от точной синхронизации ритма работы SPS и LHC.

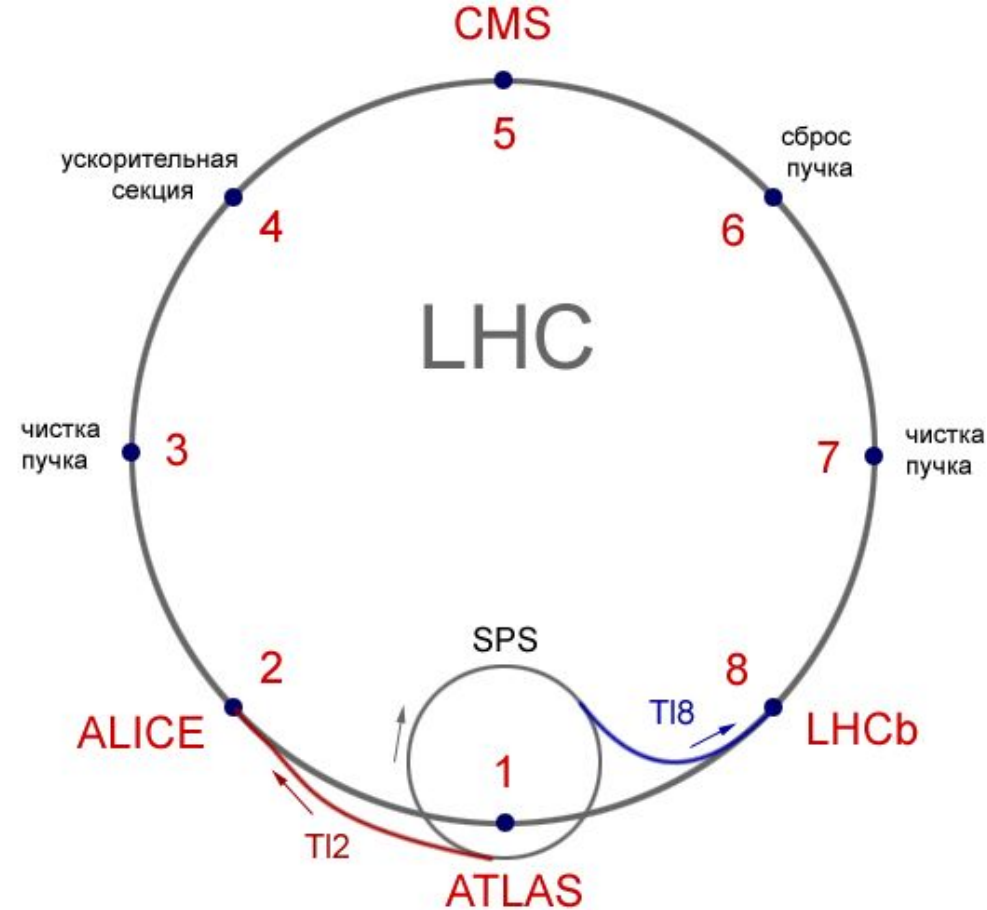
Инжекция (то есть «впрыскивание») протонов в LHC происходит не непрерывно, а импульсами. Во время работы LHC линии передачи пусты, а в предварительном ускорителе SPS накапливается очередная порция протонов. В конце каждого цикла работы LHC высокоэнергетический пучок сбрасывается, и коллайдер подготавливается к приему новой порции протонов. В течение нескольких минут следует серия импульсных включений и выключений быстрых магнитов на концах линии передачи протонов, в ходе которых протонные сгустки переводятся из SPS в LHC и один за другим выстраиваются на свои «позиции» в пучке, не мешая уже циркулирующим сгусткам.

УСКОРИТЕЛЬНАЯ СЕКЦИЯ

Протоны впрыскиваются в LHC на энергии 0,45 ТэВ и ускоряются до 7 ТэВ уже внутри основного ускорительного кольца. Этот разгон происходит во время пролета протонов сквозь несколько резонаторов, установленных в точке 4.

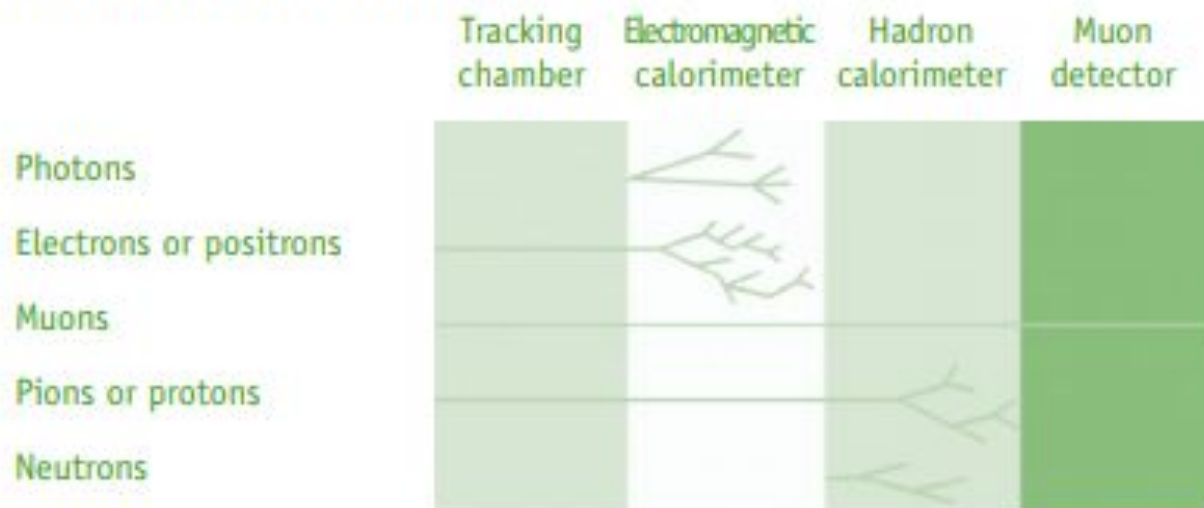


Криомодуль, содержащий четыре резонатора. На каждый из двух пучков приходится два таких криомодуля



How do we see particles?

For each collision, the physicist's goal is to count, track and characterize all the different particles that were produced in order to reconstruct the process in full. Just the track of the particle gives much useful information, especially if the detector is placed inside a magnetic field: the charge of the particle, for instance, is obvious since particles with positive electric charge bend one way and those with negative charge bend the opposite way. Also the momentum of the particle (the 'quantity of motion', which is equal to the product of the mass and the velocity) can be determined: very high momentum particles travel in almost straight lines, low momentum particles make tight spirals.



What are the detectors at the LHC?

There are seven experiments installed at the LHC: A Large Ion Collider Experiment (ALICE), A Toroidal LHC ApparatuS (ATLAS), the Compact Muon Solenoid (CMS), the Large Hadron Collider beauty (LHCb) experiment, the Large Hadron Collider forward (LHCf) experiment, the TOTal Elastic and diffractive cross section Measurement (TOTEM) experiment, and Monopole and Exotics Detector at the LHC (MoEDAL). ALICE, ATLAS, CMS and LHCb are big experiments installed in four huge underground caverns built around the four collision points of the LHC beams. TOTEM is installed close to the CMS interaction point, LHCf is installed near ATLAS and MoEDAL is close to the LHCb detector.

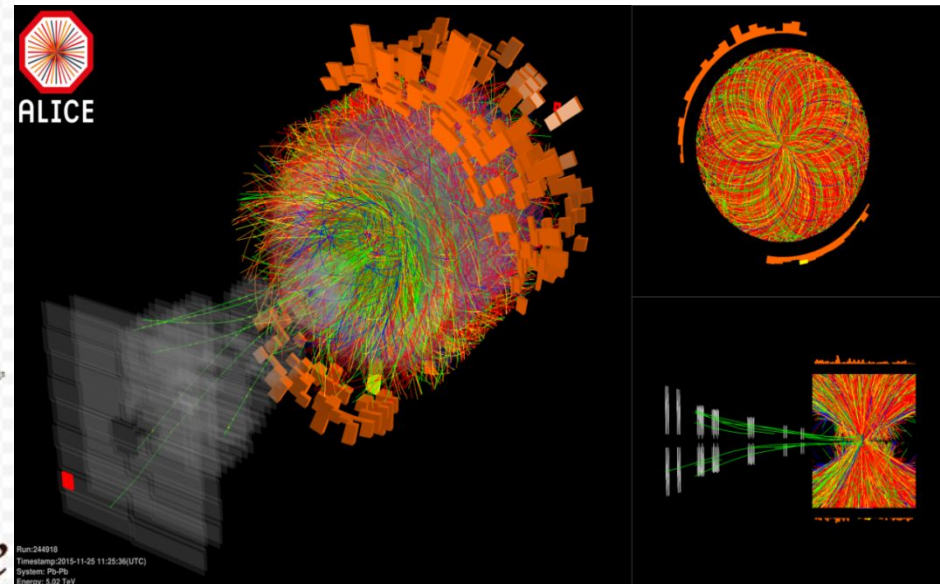
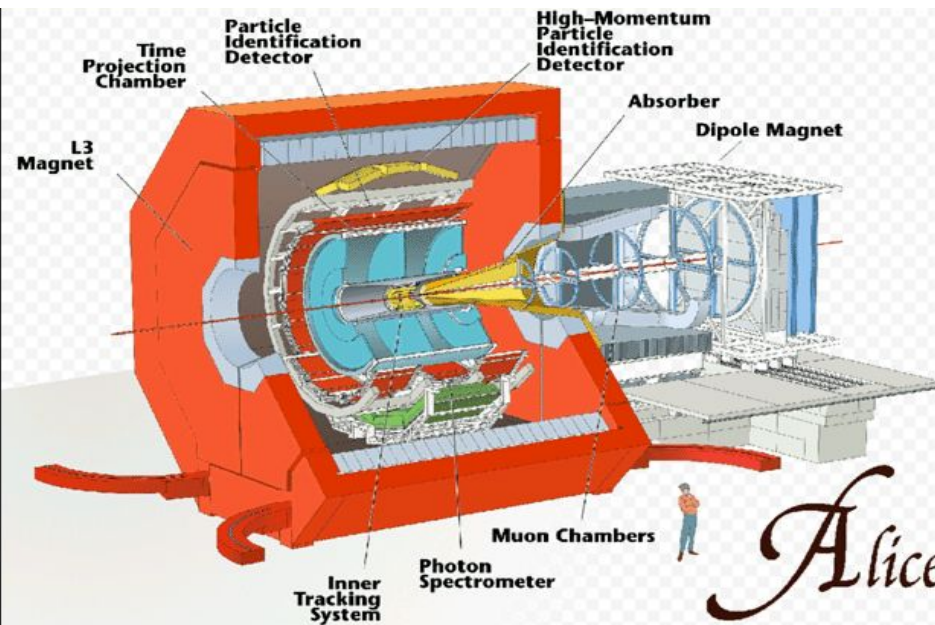
Основными детекторами коллайдера являются ATLAS, CMS, ALICE и LHCb. Первые два, служат установками общего назначения и предназначены для поиска бозона Хиггса, суперсимметричных и других экзотических частиц.

ALICE ставит целью изучение соударений ускоренных ионов, а LHCb выполняет исследование распадов B-адронов

What is ALICE?

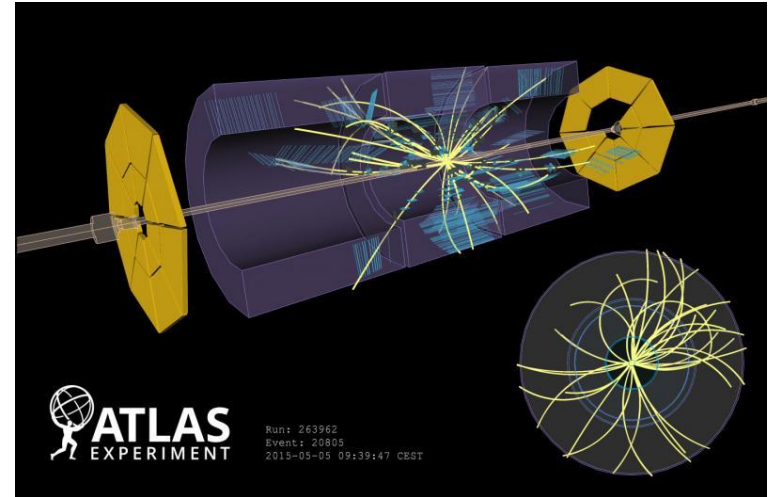
ALICE is a detector specialized in measuring and analysing lead-ion collisions. It studies the properties of quark-gluon plasma, a state of matter where quarks and gluons, under conditions of very high temperatures and densities, are no longer confined inside hadrons. Such a state of matter probably existed just after the Big Bang, before particles such as protons and neutrons were formed. The international collaboration includes more than 1800 members from about 174 institutes in about 42 countries (January 2017).

Size	26 m long, 16 m high, 16 m wide
Weight	10 000 tonnes
Material cost	115 MCHF
Location	Sergy (access from St. Genis Pouilly), France

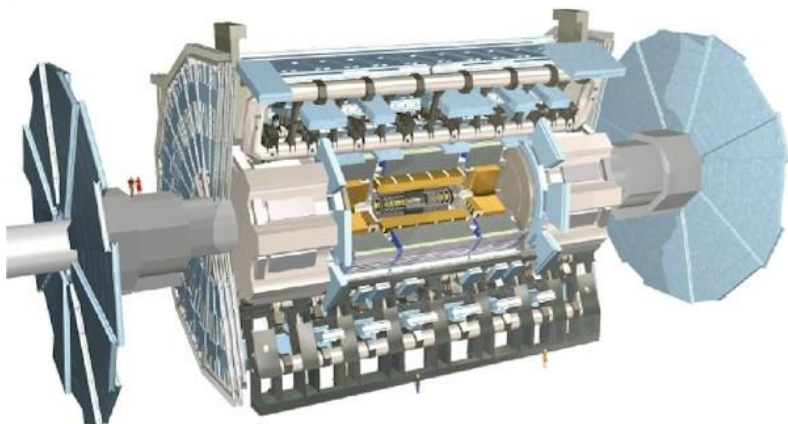


What is ATLAS?

ATLAS is a general-purpose detector designed to cover the widest possible range of physics at the LHC, from precision measurements of the Higgs boson to searches for new physics beyond the Standard Model. The main feature of the ATLAS detector is its enormous doughnut-shaped magnet system. This consists of eight 25-m long superconducting magnet coils, arranged to form a cylinder around the beam pipe through the centre of the detector. ATLAS is the largest-volume collider-detector ever constructed. The collaboration has nearly 3000 scientific authors from 182 institutions in 38 countries (January 2017).



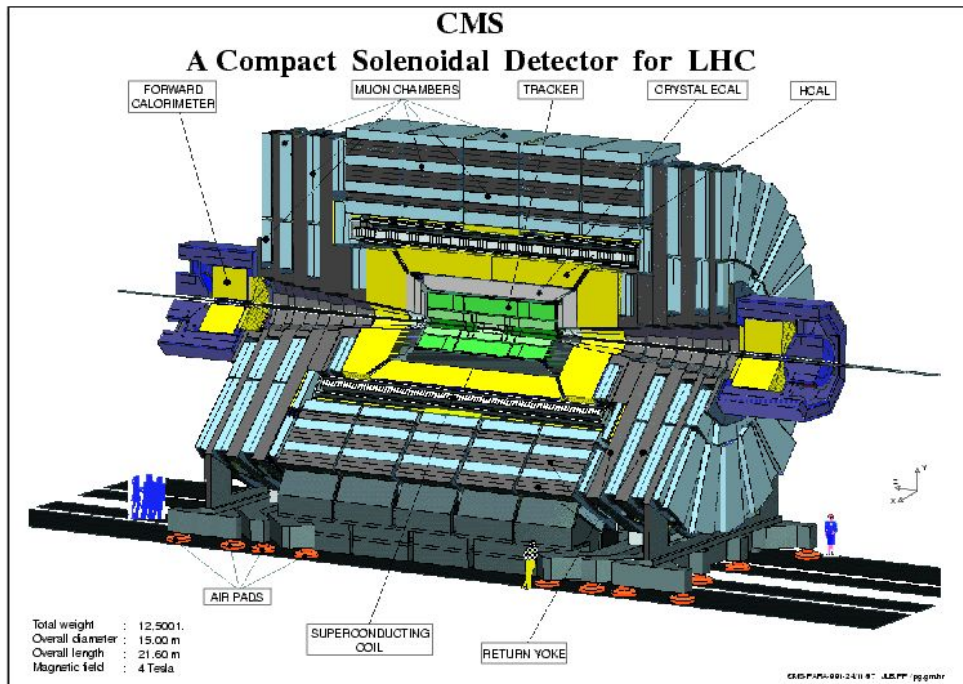
Size	46 m long, 26 m high and 26 m wide
Weight	7000 tonnes
Material cost	540 MCHF
Location	Meyrin, Switzerland.



What is CMS?

CMS is a general-purpose detector with similar physics goals as ATLAS, but different technical solutions and design. It is built around a huge superconducting solenoid. This takes the form of a cylindrical coil of superconducting cable that generates a magnetic field of 4 T. The CMS collaboration consists of more than 3500 scientists, engineers, and students, from 201 institutes in 36 countries (January 2017).

Size	21 m long, 15 high m and 15 m wide.
Weight	12 500 tonnes
Material cost	500 MCHF
Location	Cessy, France.



The main goals of the experiment are:

- to explore physics at the TeV scale
- to study the properties of the recently found Higgs boson
- to look for evidence of physics beyond the standard model, such as supersymmetry or extra dimensions
- to study aspects of heavy ion collisions.

У CMS кристаллический электромагнитный калориметр (PbWO_4) с хорошим энергетическим разрешением. ATLAS оснащен сильно гранулированным калориметром с жидким аргоном (LAr) с хорошим пространственным разрешением. Экспериментальные возможности CMS и ATLAS сравнимы. На CMS максимализировалось магнитное поле при минимализации размеров, на ATLAS наоборот.

Магнит

Главная достопримечательность CMS – его магнит. Это самый большой сверхпроводящий магнит, который когда-либо создавался. У него есть "возвратное" ярмо, благодаря которому создается сильное магнитное поле снаружи барреля. В барреле находятся трекары и калориметры, снаружи – мюонные детекторы. Когда мюоны попадают во внешнюю область, они под действием магнитного поля ярма отклоняются в обратную сторону (см. рис. 2). Ярмо служит также фильтром, пропуская только мюоны и слабо взаимодействующие частицы, в частности нейтрино.

Магнит поддерживается при температуре жидкого гелия.

What is TOTEM?

TOTEM measures the effective size or 'cross-section' of the proton at LHC. To do this TOTEM must be able to detect particles produced very close to the LHC beams. It requires detectors housed in specially designed vacuum chambers called 'Roman pots', which are connected to the beam pipes in the LHC. Twenty-six Roman pots are placed in pairs at four locations near the collision point of the CMS experiment. TOTEM has more than 160 members from 11 institutes in 8 countries (January 2017).

Size	8 detectors, distributed over 440 m
Weight	20 tonnes
Design	Roman pot and GEM detectors and cathode strip chambers
Material cost	6.5 MCHF
Location	Cessy, France (near CMS)

Эксперимент TOTEM (**T**otal elastic and diffractive cross-section **m**asurement) предназначен для измерения полного протон-протонного сечения, методом основанным на оптической теореме, который требует отдельного измерения упругого и неупругого сечений.