

Добре дошли в



# Добре дошли!



Изследвания &  
Открития

Технологии &  
Иновации

Обучение

Сътрудничество

SUISSE  
FRANCE

CMS

LHCb

ATLAS

CERN Meyrin

CERN Prévessin

SPS 7 km

ALICE

LHC 27 km

16.09.2024

инж. Зорница Захариева (CERN)

# CERN - в началото ...

Цел...

Обединява усилията на европейските държави за изследвания за мирни цели в областта на физиката

Кога...

1954 г.

Основатели...

12 европейски държави

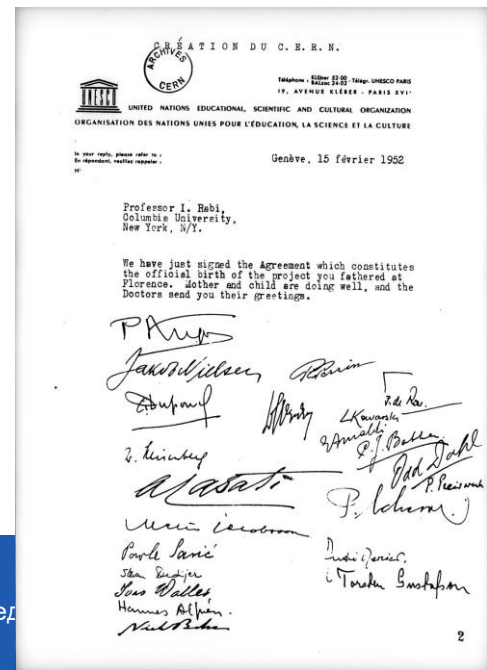
Edoardo Amaldi, Niels Bohr,  
Robert Oppenheimer, Isidor Rabi. ,,

Къде...

в околностите на Женева

Името...

CERN –  
*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*



# *CERN – в днешно време*

- Европейска Организация за Изследвания в Областта на Физика на Елементарните Частички



# *CERN – в днешно време*

- Най-големият комплекс от ускорители в света





# България – колаборатор с CERN

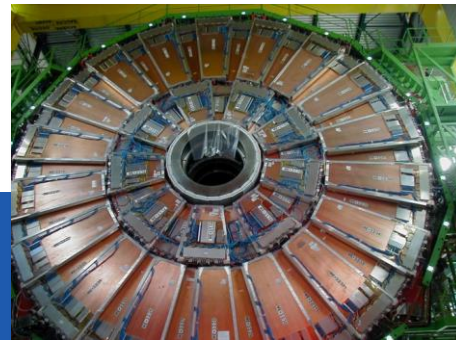
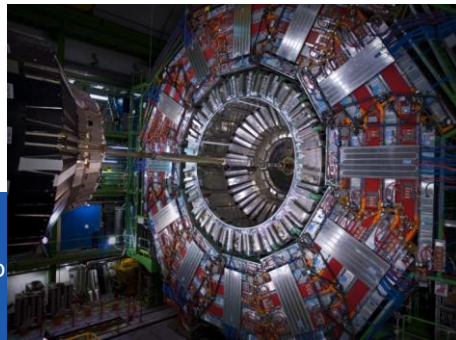
- Дългогодишно сътрудничество започнало през 70те и 80те години на 20в.
  - ✓ Физика, сътрудничество започнало през 1975г. - NA4 и 80те - L3 :
    - Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика,  
Българска Академия на Науките
    - Факултет по физика, СУ “Св.Климент Охридски”
  - ✓ Инженерни проблеми, сътрудничество започнало през 1987г – L3:
    - Институт по Роботика,  
Българска Академия на Науките





# България – колаборатор с CERN

- Връзката продължава с одобряването на CMS експеримента, където българи са натоварени с конструирането на Адронния калориметър и барабана на мюонната система.
- CMS collaboration:
  - Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, Българска академия на науките
  - Факултет по физика, Софийски Университет Св.Климент Охридски
  - Институт по Роботика, Българска Академия на Науките
- Български специалисти са много активни по проекти свързани с LHC Computing Grid LCG, EGEE и SEEGRID
- ATLAS, ALICE, NA61, NA62, ISOLDE





## България - 20 страна член на CERN

- България става официална страна член на CERN след като ратифицира Конвенцията за членство в CERN и предава договора на UNESCO на 11 юни 1999г.
- 113 сесия на Съвета за управление на CERN (CERN Council) – българското знаме е издигнато до знамената на останалите 19 страни членки.



Зорница Захаријева



Въведение в ЦЕРН





# Българите в CERN

## 2024 статистика

- Служители на CERN (staff) - 13
- Млади специалисти (fellows, graduates) – 7
- Асоциирани сътрудници (project, cooperation associates) - 6
- Технически студенти (technical students) – 1
- Докторанти - 1
- Участници по проекти (потребители – users & visiting scientists) - 46



# “Наука за мир”

## CERN днес: 24 страни членки

- ~ 2 666 щатни служители, 1002 млади специалисти
- ~ 1 513 други асоциирани служители
- ~ 12 370 участници по проекти (потребители)
- Годишен бюджет ~1 200 МCHF

- **23 страни-членки:** Австрия, Белгия, България, Великобритания, Германия, Гърция, Дания, Естония, Израел, Испания, Италия, Нидерландия, Норвегия, Полша, Португалия, Румъния, Сърбия, Словакия, Унгария, Финландия, Франция, Чехия, Швеция, Швейцария,
- **3 асоциирани страни-членки, чакащи пълноправно членство:** Кипър, Словения
- **8 асоциирани страни-членки:** Бразилия, Индия, Латвия, Литва, Пакистан, Турция, Украйна, Хърватия
- **6 страни-наблюдатели:** САЩ, Япония, Европейската комисия, ЮНЕСКО, *Русия, ОИЯИ – Дубна*
- **> 50 споразумения за сътрудничество с други страни и територии**

## Разпределение на всички потребители в ЦЕРН спрямо националността на научно-изследователското звено от където идват (31 December 2021)



Geographical & cultural diversity  
Users of **110 nationalities**  
22.5% women

### Member States 7438

Austria 86 – Belgium 129 – Bulgaria 46 – Czech Republic 252  
Denmark 47 – Finland 88 – France 842 – Germany 1296  
Greece 112 – Hungary 80 – Israel 74 – Italy 1609  
Netherlands 167 – Norway 77 – Poland 322 – Portugal 105  
Romania 113 – Serbia 38 – Slovakia 67 – Spain 413  
Sweden 106 – Switzerland 419 – United Kingdom 950

### Associate Member States in the pre-stage to membership 69

Cyprus 14 – Estonia 29 – Slovenia 26

### Associate Member States 541

Brazil 135 – Croatia 37 – India 145 – Latvia 21 – Lithuania 17 – Pakistan 30  
Türkiye 129 – Ukraine 27

### Observers 3005

Japan 219 – Russia (suspended) 779 – United States of America 2007



### Numbers for Bulgaria

- 46 users

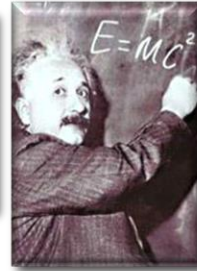
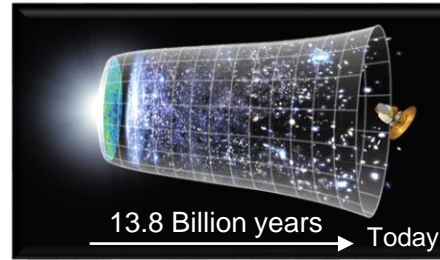
### Non-Member States and Territories 1317

Algeria 2 – Argentina 16 – Armenia 16 – Australia 26 – Azerbaijan 3 – Bahrain 3 – Belarus 14 – Canada 206 – Chile 45 – China 414 – Colombia 24 – Costa Rica 3 – Cuba 3 – Ecuador 4 – Egypt 24 – Georgia 34 – Hong Kong 15 – Iceland 3 – Indonesia 7 – Iran 14 – Ireland 4 – Jordan 3 – Kuwait 2 – Lebanon 7 – Madagascar 1  
Malaysia 4 – Malta 1 – Mexico 56 – Montenegro 3 – Morocco 18 – New Zealand 2 – Nigeria 2 – Oman 1 – Palestine 1 – Peru 3 – Philippines 1 – Republic of Korea 168 – Saudi Arabia 6 – South Africa 61 – Sri Lanka 10 – Taiwan 45 – Thailand 52 – Tunisia 4 – United Arab Emirates 10 – Vietnam 1

# Мисиите на CERN

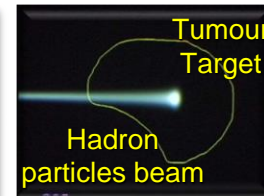
- ✓ **Научни изследвания:** разширяват границите на познанието

Примери - тайните на Големия Взрив... как е изглеждала материята в първите моменти от съществуването на Вселената? От какво е изградена 96% от нашата вселена? ...



- ✓ **Нови технологии за ускорители и детектори**  
=> **трансфер на технологии**

E.g. Information technology - the Web and the GRID  
Medicine – diagnosis (e.g. PET scanners) and cancer therapy

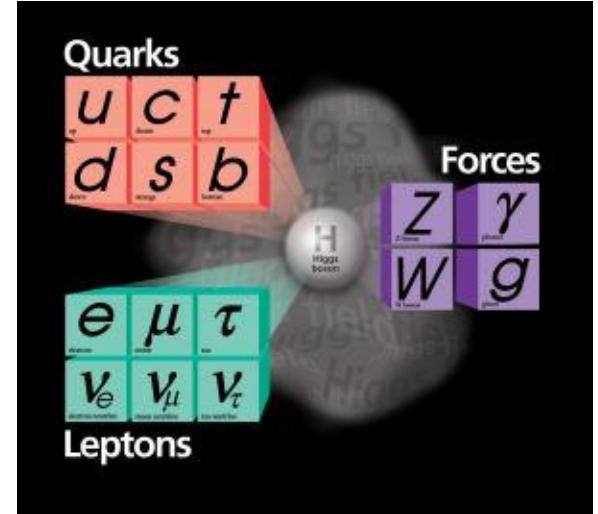
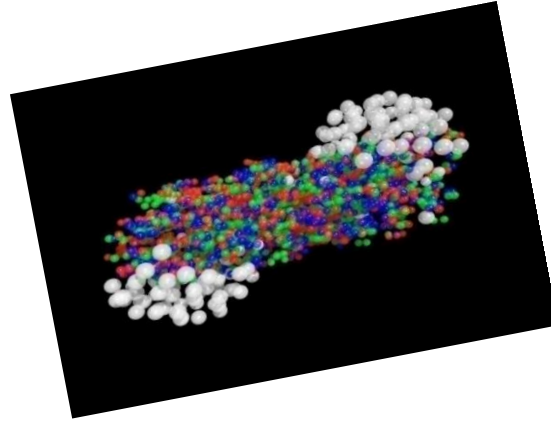
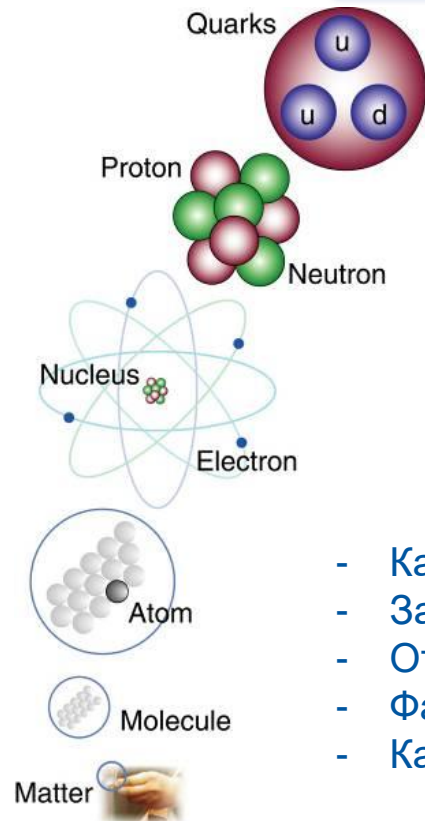


- ✓ **Образование:** обучава бъдещите учени и инженери

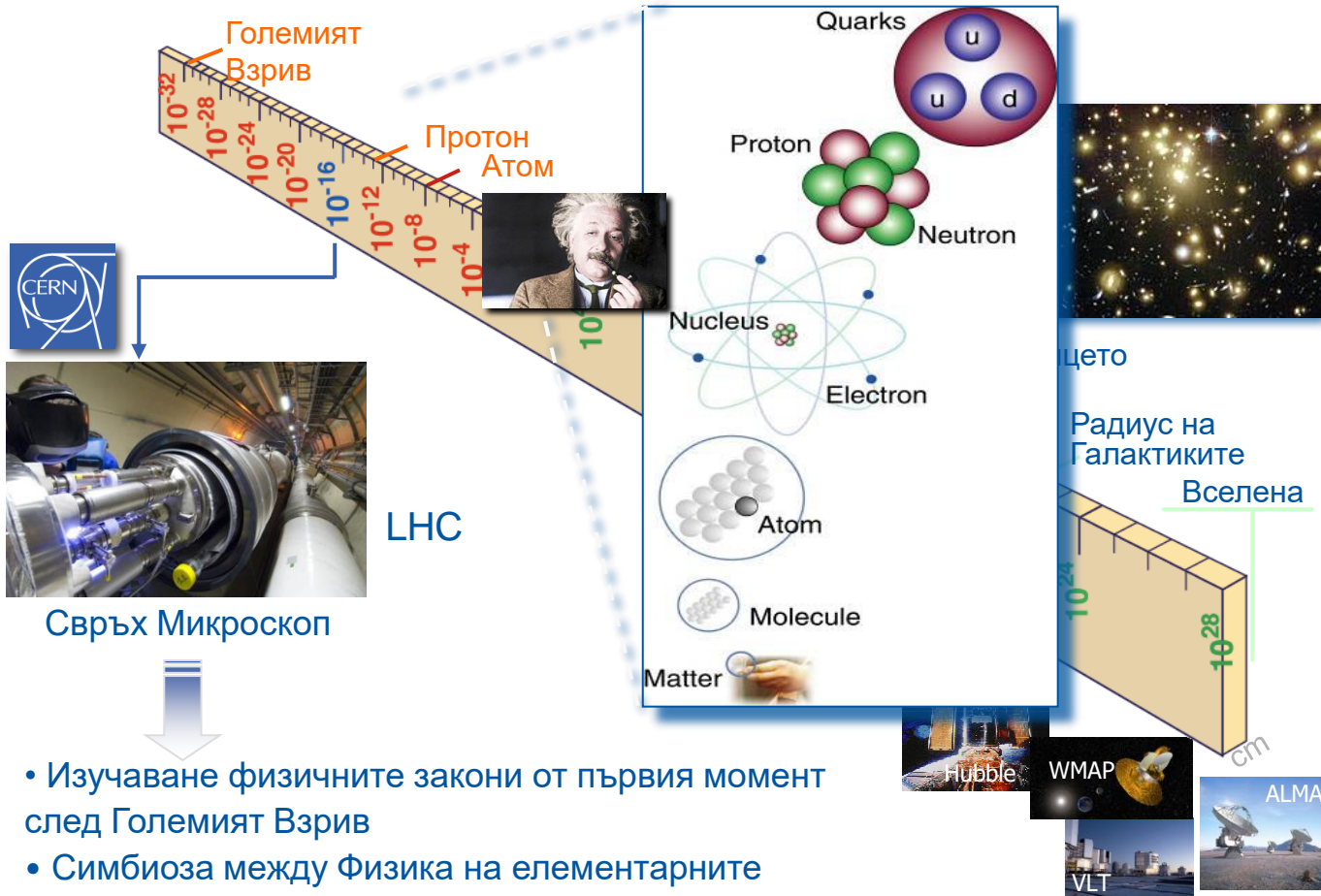
- ✓ **Сътрудничество:** обединява хора от различни страни и култури – *110 националности*



# Напредък в нашето разбиране за Вселената

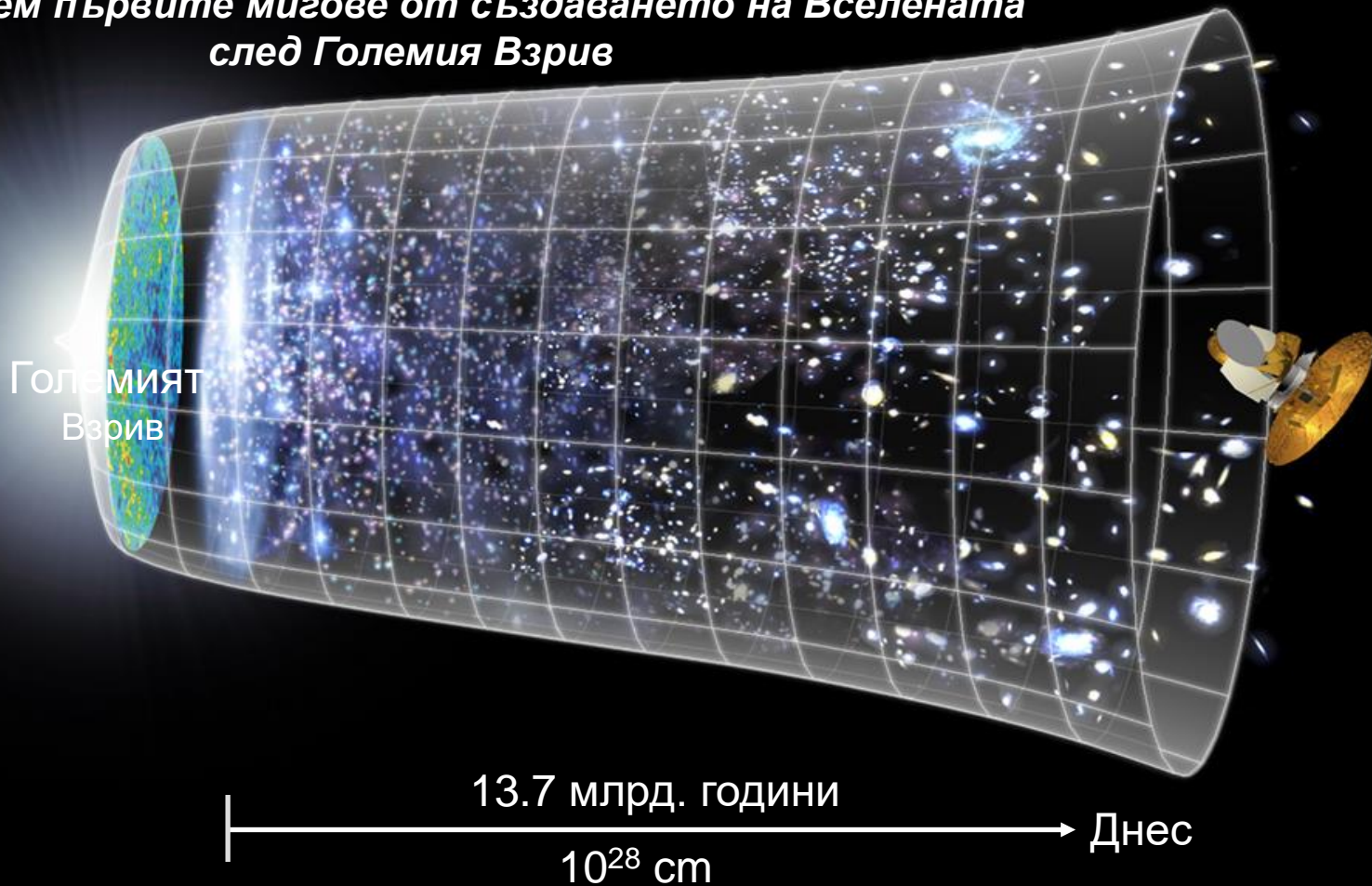


- Какво е маса? Как е придобита?
- Защо някои елементарни частици нямат маса?
- От какво е направена 96% от Вселената (тъмна материя/енергия)?
- Фаворитизация на природата... защо няма анти-материя?
- Как е изглеждала материята в първите мигове от създаването на Вселената?

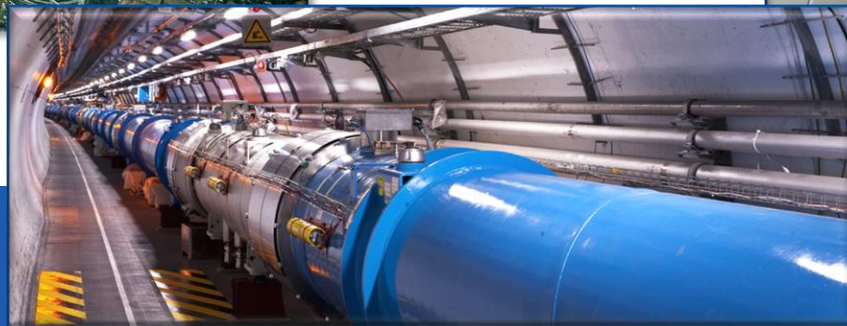
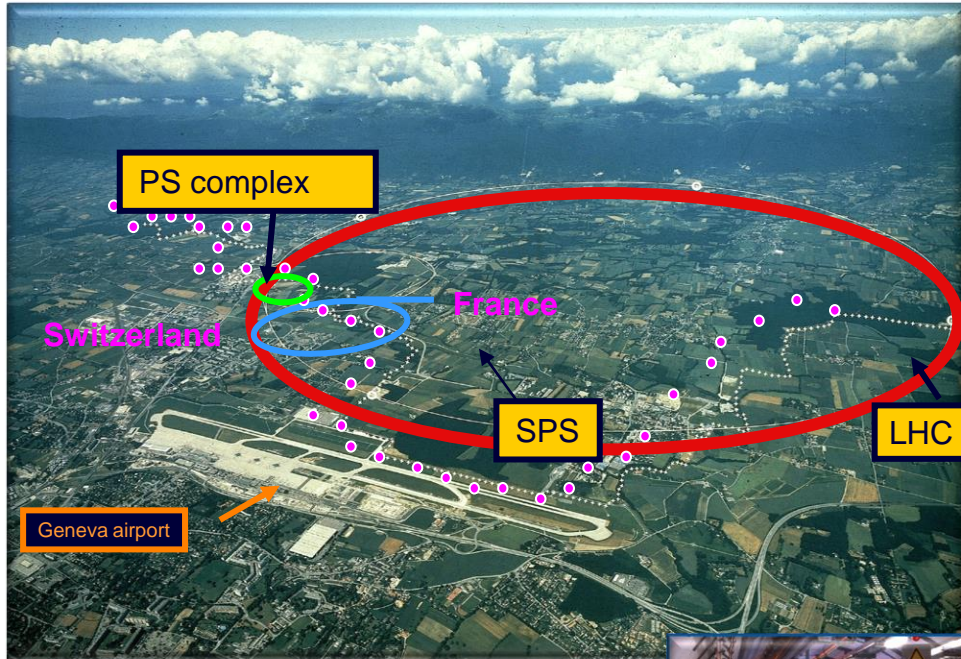


- Изучаване физичните закони от първия момент след Големият Взрив
- Симбиоза между Физика на елементарните частици, Астрофизика и Космология

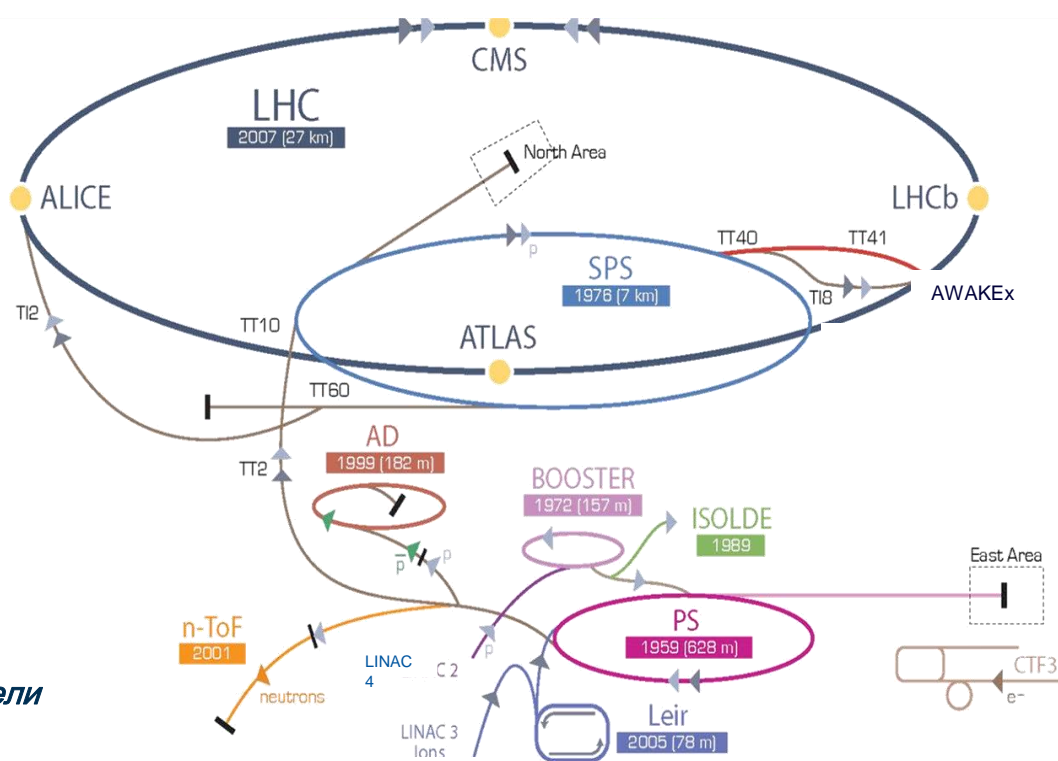
**Предизвикателство пред науката:  
да разберем първите мигове от създаването на Вселената  
след Големия Взрив**



# Най-големият комплекс от ускорители в света







## Ускорители

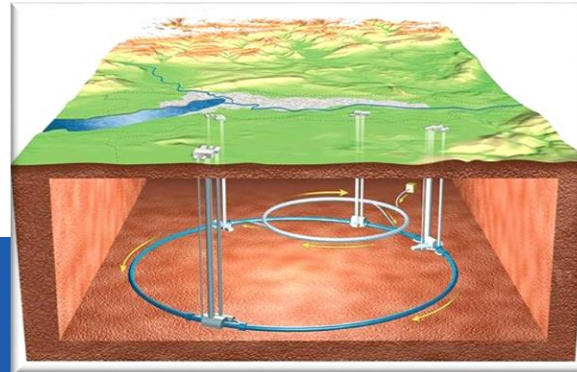
- LHC – Голям Адронен Колайдер
- SPS – Супер Протонен Синхротрон
- PS – Протонен Синхротрон
- AD – Антипротонен деселератор
- CTF3 – Тестов Стенд за Експеримента CLIC
- LINAC 4 – Линеен Ускорител 4
- ISOLDE – Установка за изучаване на Ядрени Изотопи
- LEIR – Пръстен за Йони с Ниски Енергии
- LINAC 3 – Линеен Ускорител 3
- N-TOF – Нeutрона Установка

## Снопове:

- Протони
- Йони
- Нeutрони
- Антипротони
- Електрони

# The Large Hadron Collider

- Най-мощния инструмент някога създаван за изследване на елементарни частици
- Най-големият ускорител в света – **27 km** , **100 m** под земната повърхност
- Сноп от частици с най-високи енергийни нива в света – **6.8 TeV** (13.6 TeV)
- **16 microns** ( $10^{-6}$  m) диаметър на сечението на снопа от частици
- Най-студеното място в нашата галактика - **1.9 K** (**-271 C**)
- Най-бързата “писта” на планетата
- Сноп от протони обикалят LHC тунела **11 245 пъти/s**
- **99.9999991%** от скоростта на светлината
- **> 600 милиона** сблъсъка в секунда
- Висока степен на вакуум (ultra-high vacuum –  $10^{-13}$  atm)
- ~10 000 магнитни модули: **8.4 Tesla**, ~12 kA

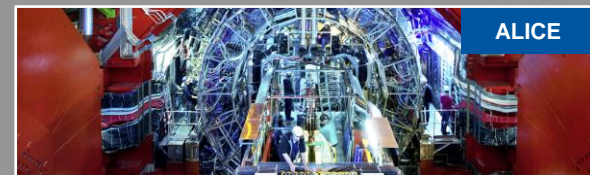
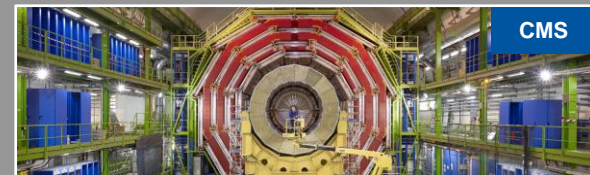
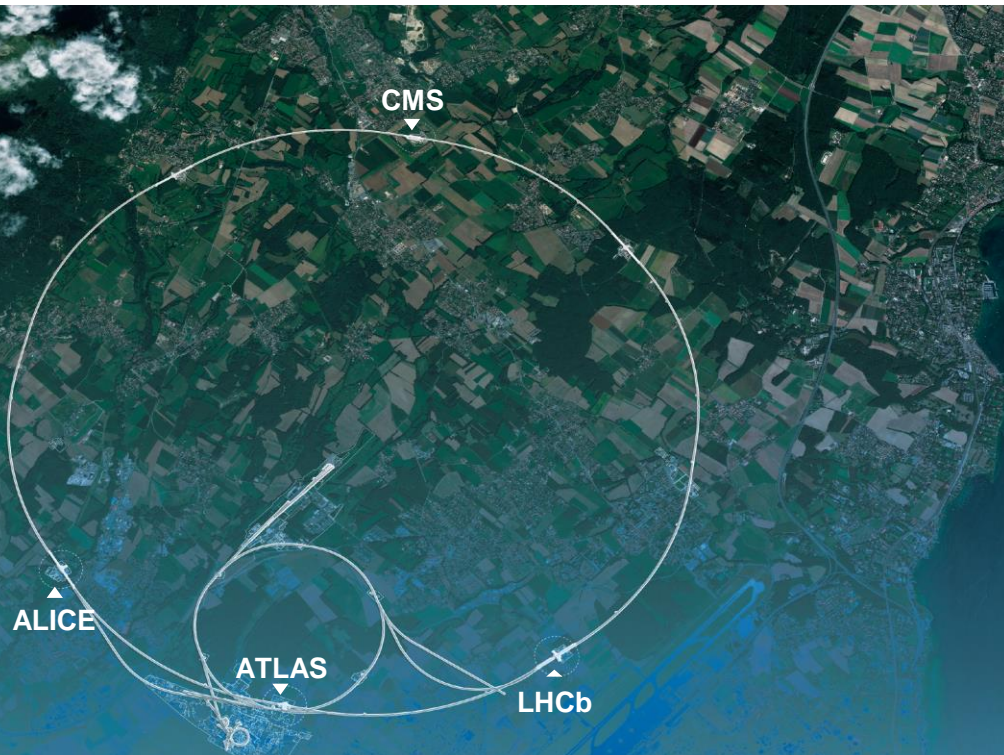




## Магнитна инсталација

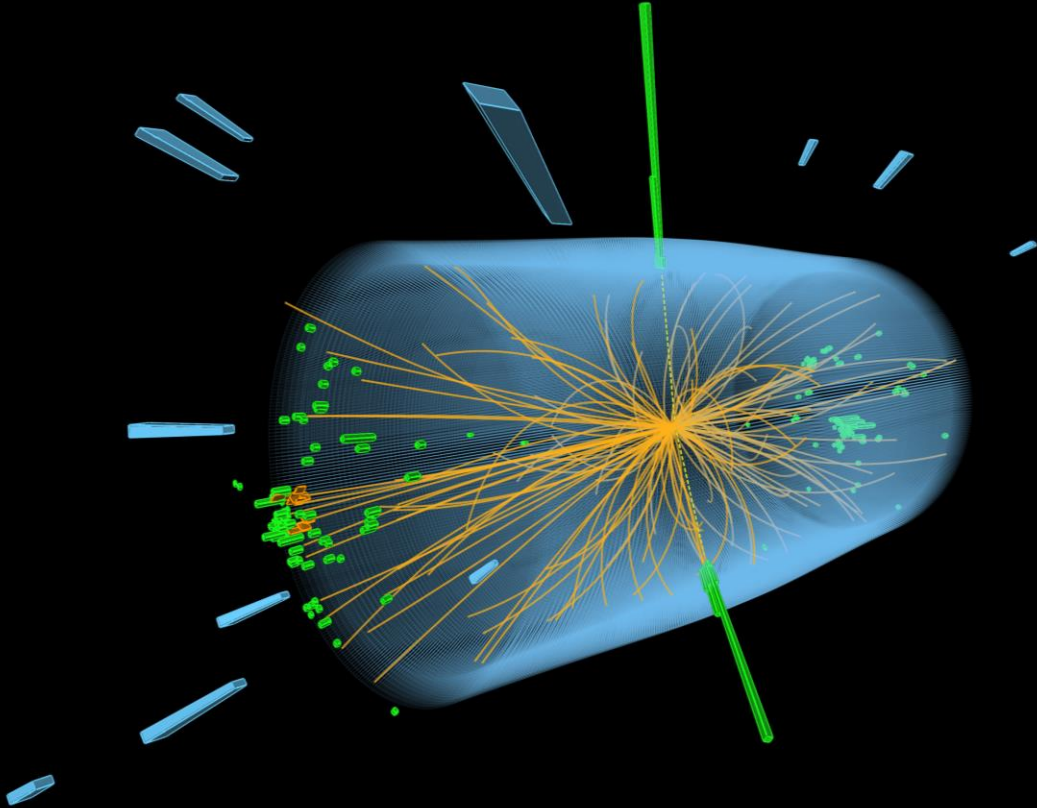
# Навлиза нова ера във фундаменталната наука

Огромни детектори, които се намират на 100 м под земята, записват събитията/новите частици, които са се образували по време на сблъсъците между високо-енергийните снопове от частици.



- Изследване на нова енергийна граница p-p и Pb-Pb сблъсъци

ЛНС достига повече от 1 билион сблъсъка на частици за секунда в детекторите



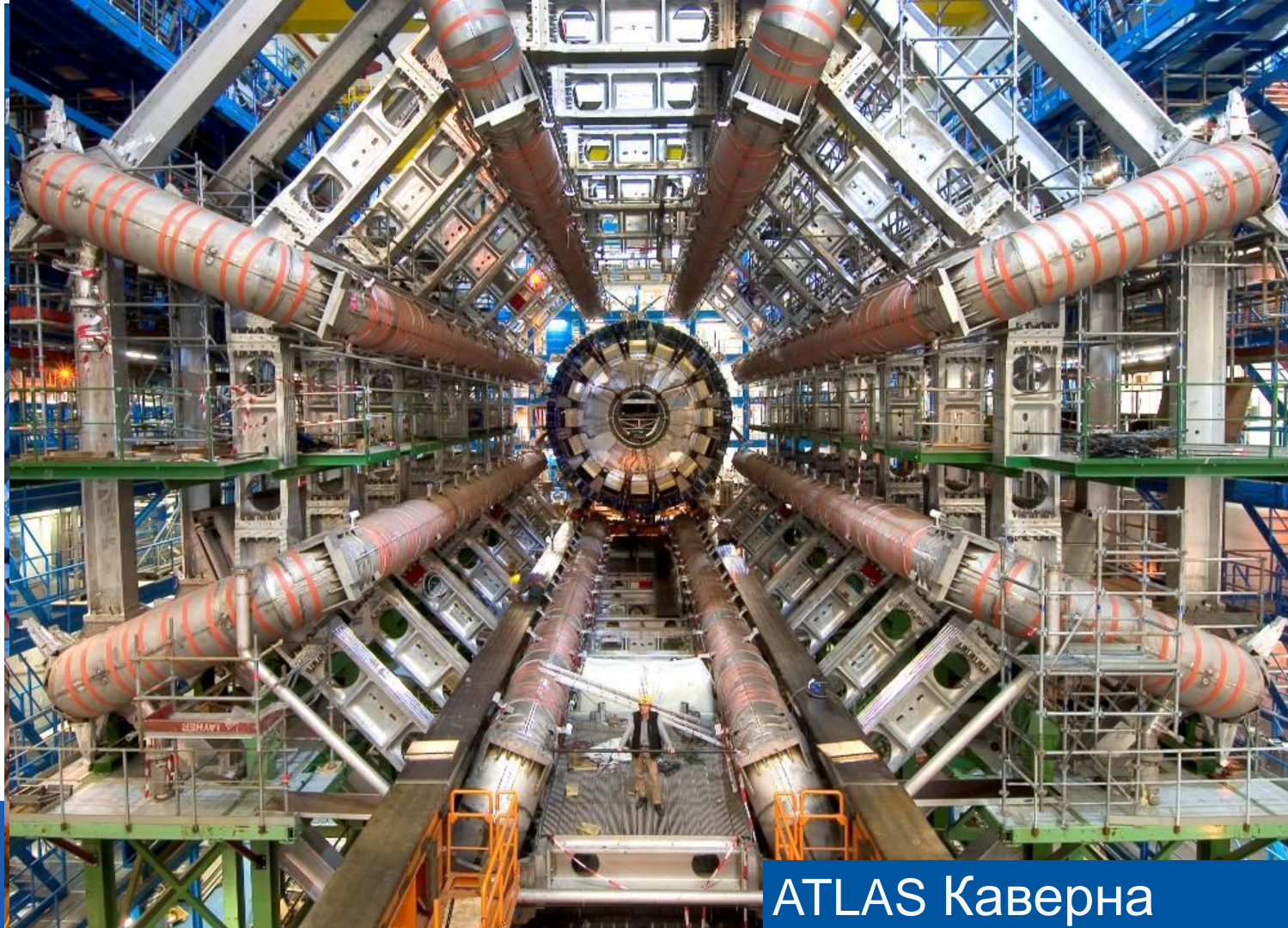
Енергията на частиците при сблъсък се трансформира в нови частици.

**The most intense beams of colliding particles (13 TeV)**

**Exploration of new energy frontier:  
2012 Higgs particle discovery**

# ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) Детектор





ATLAS Каверна

# CMS Детектор

CMS = Компактен Мюонен Соленоид

Свръхпроводими  
Намотки

Калориметри

ECAL

Scintillating  
PbWO<sub>4</sub> crystals

HCAL

Plastic scintillator/brass  
sandwich

Желязна  
скоба

Брой учени: >5000

Брой институти: 182

Брой страни: 42

Тракер

Silicon Microstrips  
Pixels

Общо тегло: 14,000 t  
Външен диаметър : 15 m  
Обща дължина : 21.6 m  
Магнитно поле : 4 Tesla

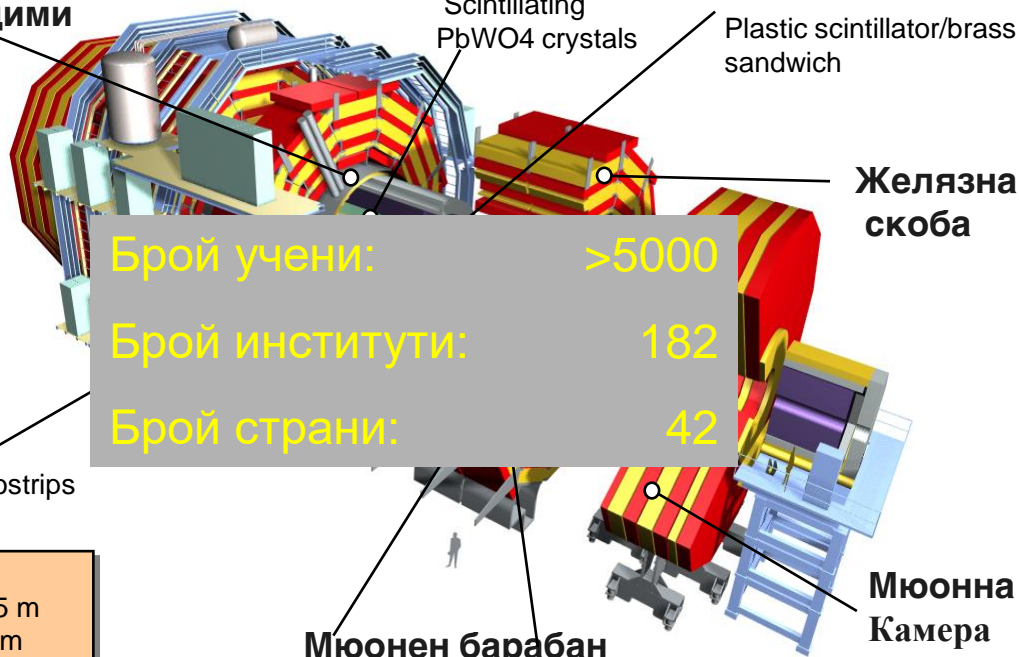
Мюонен барабан

Drift Tube  
Chambers

Resistive Plate  
Chambers

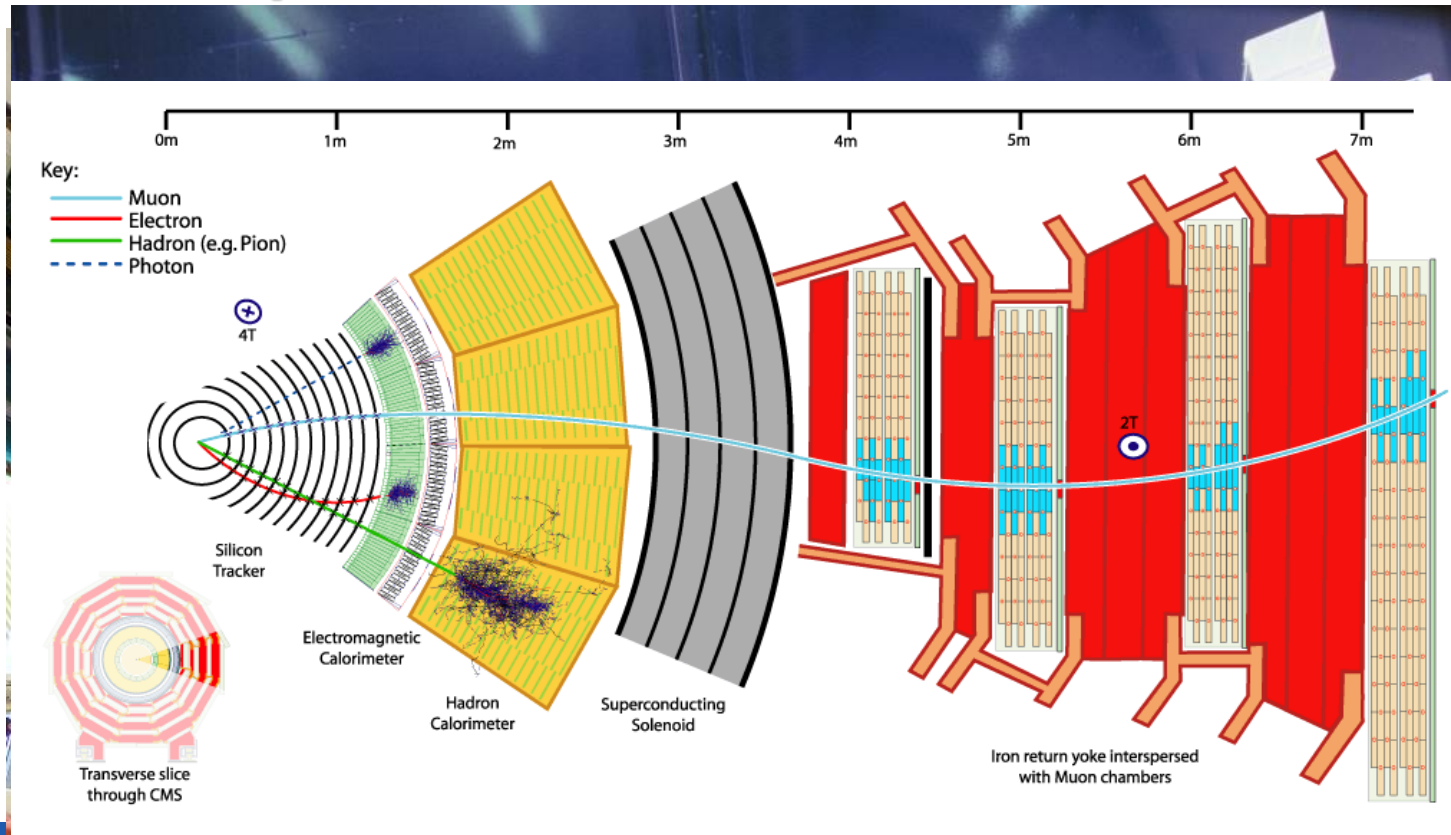
Мюонна  
Камера

Cathode Strip Chambers  
Resistive Plate Chambers

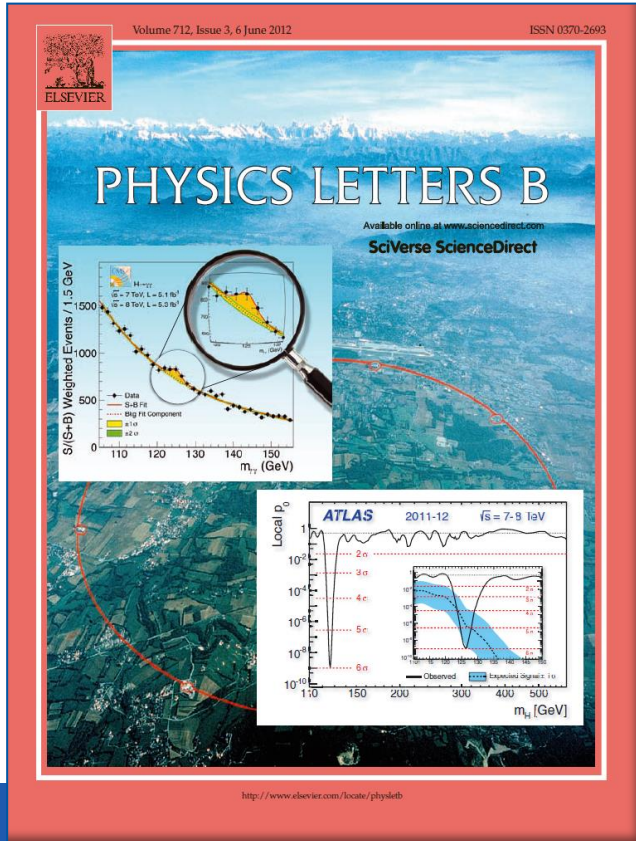




# CMS Детектор



# 2012 - изключителна година за развитието на науката



Зорница Захариева



Въведение в ЦЕРН

# Открытие 2012, Нобелова Награда по Физика 2013

Нобеловата награда по физика за 2013 е присъдена на François Englert и Peter W. Higgs

”за теоретичното откритие на механизъм, помагач за разбиране произхода на масата на елементарните частици, който наскоро е **подтвърден чрез наблюдението на предсказаната фундаментална частица от експериментите ATLAS и CMS на големия адронен колайдер в CERN**”.



# High Luminosity LHC

- Увеличава светимостта на LHC x 7.5

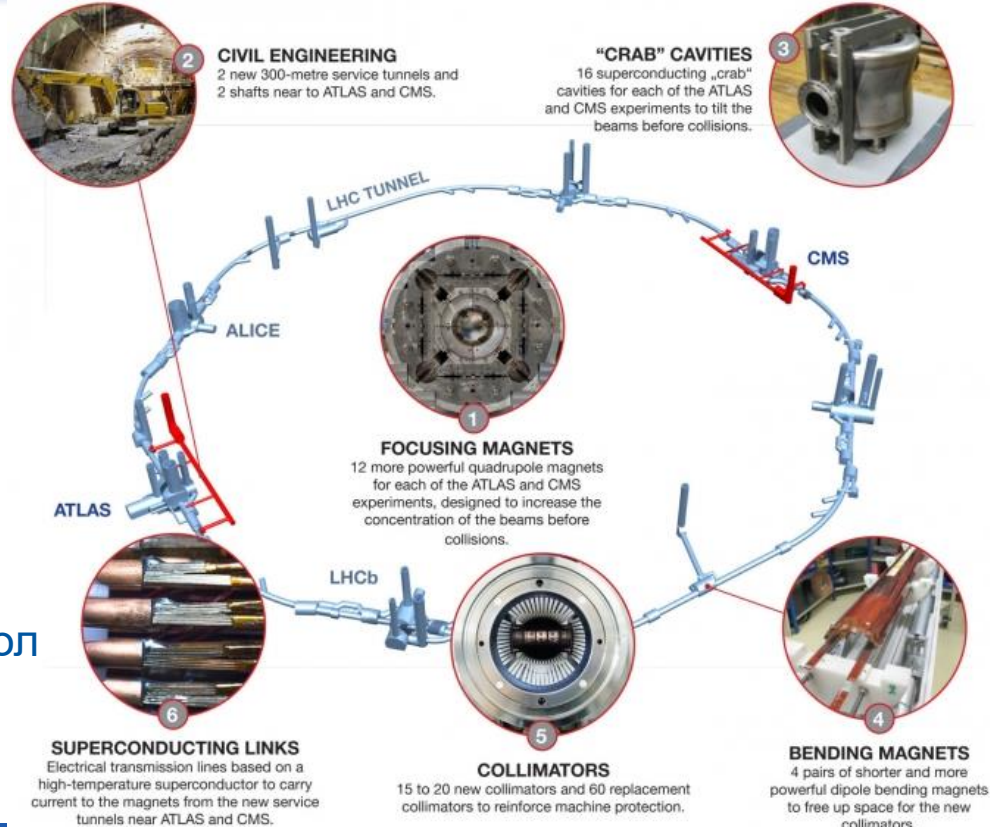
- 15 милиона Higgs bosons / година

- ~ 2029

- магнитни полета от 11-12 T  
(над 200 000 пъти по-силно от  
земното магнитно поле:  
50 microtesla, or 0.00005 tesla)

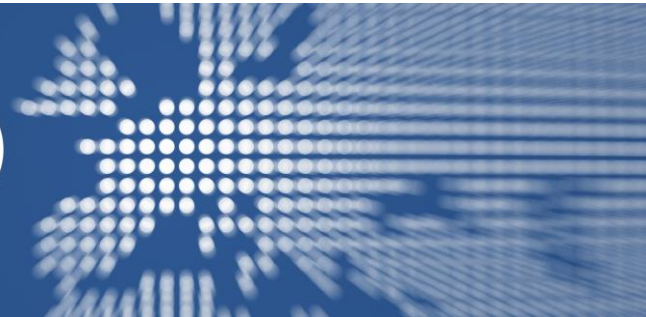
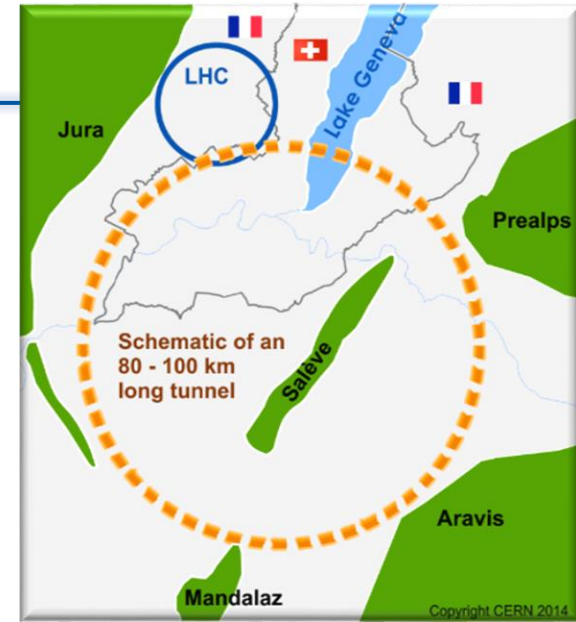
- компактни свръхпроводящи кухни за  
завъртане на снопа от елементарни  
частици с ултра прецизен фазов контрол

- нови технологии за колимация  
на сноповете

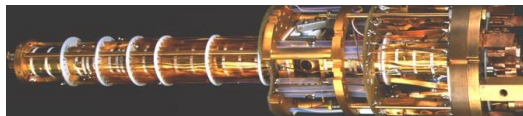


# Бъдещи Планове

- Европейска стратегия за развитието на физиката на високите енергии
- High Luminosity LHC до 2040
- Текущи проучвания:
  - Future Circular Collider (FCC) - 91 km ring



# CERN – Иновации и технологии

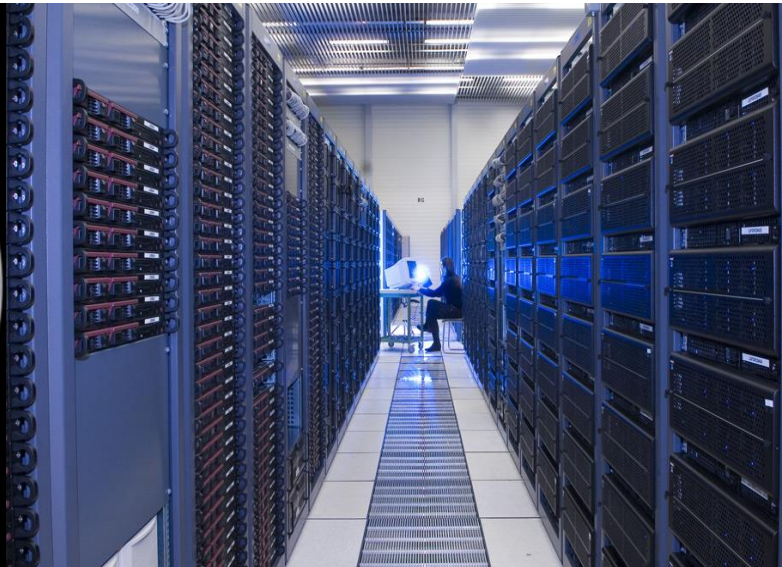
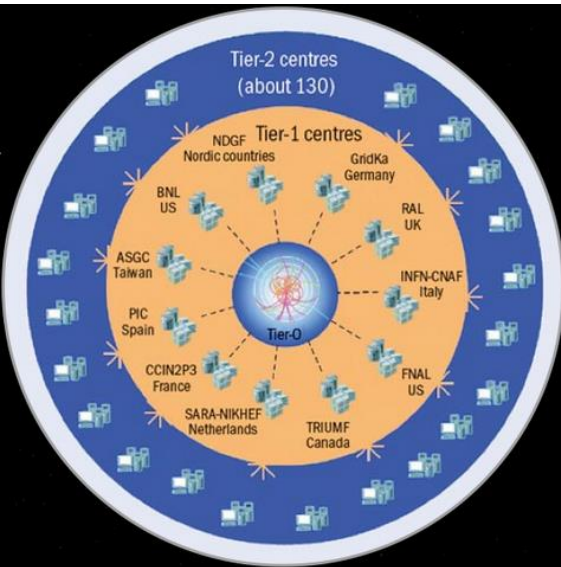


# CERN – родното място на WWW



# GRID технологии за анализ на данни

Изграждат нова инфраструктура, разпространена по целия свят, която предоставя непрекъснат достъп до изчислителни ресурси и ресурси за съхранение на данни



**Tier-0 (CERN):** записване на данни, реконструкции на събития и разпространение на данните към следващите нива

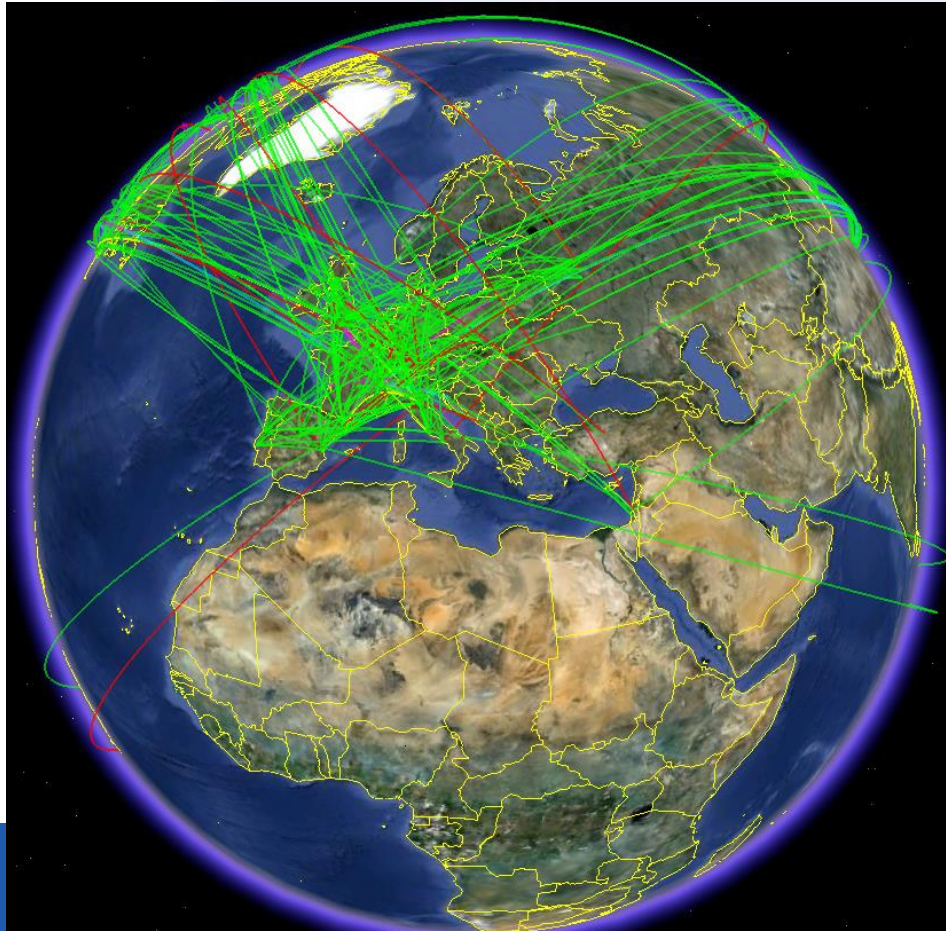
**Tier-1:** съхранение и обработка на данни

**Tier-2:** симулации и анализи за крайни потребители

- 170 научно изследователски звена
- 40 държави
- 500 PB данни за съхранение
- > 2 милиона задачи за обработка/ден



# GRID Приложения



- ✓ Археология
- ✓ Астрономия
- ✓ Астрофизика
- ✓ Гражданска защита
- ✓ Компютърна химия
- ✓ Науки за земята
- ✓ Финанси
- ✓ Ядрен синтез
- ✓ Геофизика
- ✓ Физика на високите енергии
- ✓ Обществени науки
- ✓ Медицина

# Медицински приложения

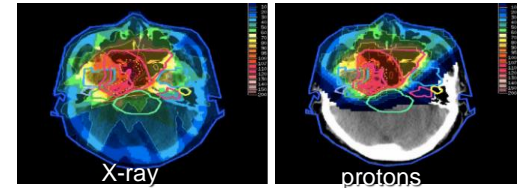
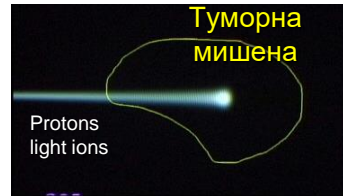
Използване на физика, биология и медицина в борбата срещу рак



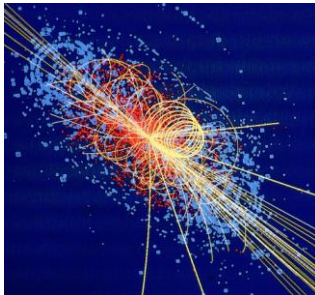
~30'000 ускорители по света  
~17'000 се използват за медицина



## Адронна терапия



>100'000 пациенти по цял свят (45 центъра за лечение)  
>50'000 пациенти в Европа (14 центъра за лечение)

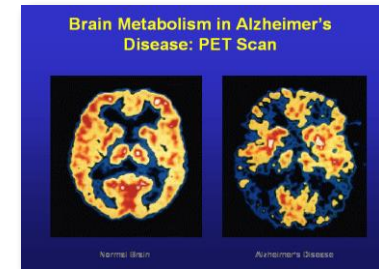
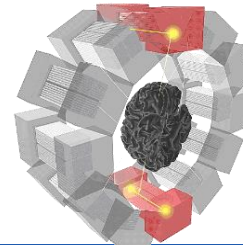


Детектори на частици



## Медицинска диагностика

PET Скенери



# ЦЕРН - Образователни дейности

## Учени в ЦЕРН

Академични квалификационни програми



## Млади изследователи

- Училище на ЦЕРН по Физика
- Училище на ЦЕРН по IT технологии
- Училище на ЦЕРН за Ускорители

## Студенти

Лятна студентска програма (3м)  
Студентска програма (6-12м)

## Програми за учители

Международни (3 седмици) и Национални (1 седмица)

## Български учителски програми в ЦЕРН

- Програми за **учители по физика** - от 2008
- Програми за **учители по инженерни и ИТ специалности** - от 2014
- От 2011 година програмите са официано подпомагани от Министерство на Образованието и Науката

Програми за  
ученици

Посетители  
~150 000 /година



## Български програми за обучение свързани с ЦЕРН

- Развитие на българските програми свързани с ЦЕРН през последните 16 години

**Bulgarian National  
Physics Teachers  
Program**  
2008

First **Video Conferences  
and Virtual Visits**  
2013

**Bulgarian  
High School Students  
Internship Program**  
2017

First **Physics Masterclasses &  
other IPPOG activities**  
2018



2010  
First **High School Students  
Visits@CERN**

2014  
**Bulgarian National  
Engineering and IT Teachers  
Program**

2017  
**BeamLine4 School**  
First Bulgarian students  
team participated

2020-2021  
**On-line  
Physics Masterclasses  
& Lectures**

# Български учителски програми в CERN

- 14 програми за **учители по физика и природни науки** (начало 2008)
- 1 програма за директори на училища (основно математически и природоматематически гимназии) през 2010 – 3-дневен курс
- 8 програми за **учители по инженерни специалности и ИТ** (начало 2014)
- От 2011 година програмите са официано подпомагани от Министерство на Образованието и Науката
- Общо 881 участници
- 2021 – on-line кратка програма за алумни учители (65 участници)



# Как изглеждат природните науки за учениците (понякога)



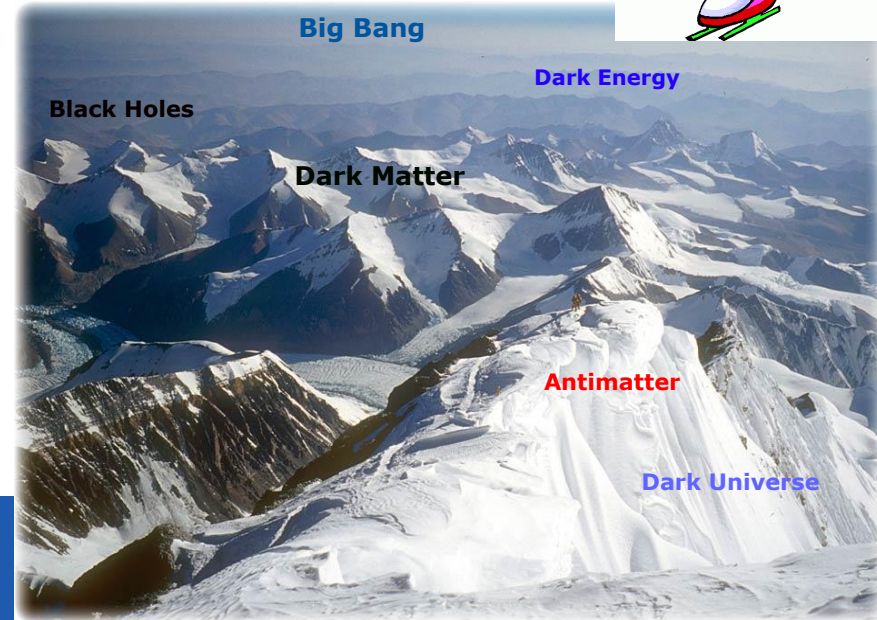
# Да вземем учениците на визита, за да се наслаждат на хубавите гледки ...

*“The whole art of teaching is only the art of awakening the natural curiosity of young minds for the purpose of satisfying it afterwards.”*

*Anatole France*

*“Изкуството да се преподава е всъщност  
изкуството да се разпали  
любознателността на младите и тя да  
се задоволи след това.”*

*Анатол Франс*



# Образователни програми за ученици в CERN

## Цел

- Да се събуди интерес в учениците към модерната наука, инженерни дисциплини и ИТ технологии

## Как?

- Да представим научни изследвания и инженерни достижения по начин, който учениците намират за интересен  
=> Да представим това което CERN прави

## Защо?

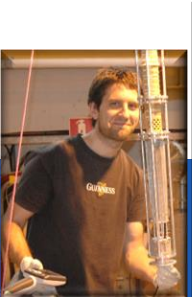
- След като се породи интерес към модерната наука, учениците стават по-любознателни, подобряват резултатите си в училище и някои от тях продължават своето обучение в тези области





# Посещения на български ученици

- ~ 5 000 ученици и техните учители са посетили CERN за периода 2010 – 2023 г.
- Програма в рамките на 1 ден
  - ✓ Лекции и дискусии с български учени и инженери
  - ✓ Посещения на различни установки и експерименти
  - ✓ Посещения на експозиции



# ЦЕРН – Програми за ученици

## • Beamline for Schools състезание

- отборно участие – награда 10-дневен престой в ЦЕРН
- <http://cern.ch/bl4s>

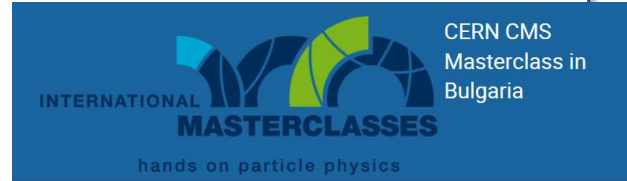
## • Мастер Класове по физика от 2018 в България

## • CERN-Solvay Education Programme

- 7 дневен престой в ЦЕРН (ЦЕРН покрива всички разходи по пътуването и престоя)
- индивидуално участие, възраст 16+
- <https://solvay-education-programme.web.cern.ch/>

## • Материали за ученици

- училищни материали, видео клипове, анимации, игри и много други  
<http://home.cern/students-educators>  
<https://scoollab.web.cern.ch/classroom-activities>



# Българска програма за ученици стажанти в CERN

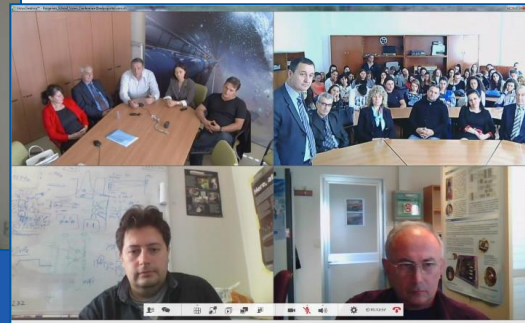
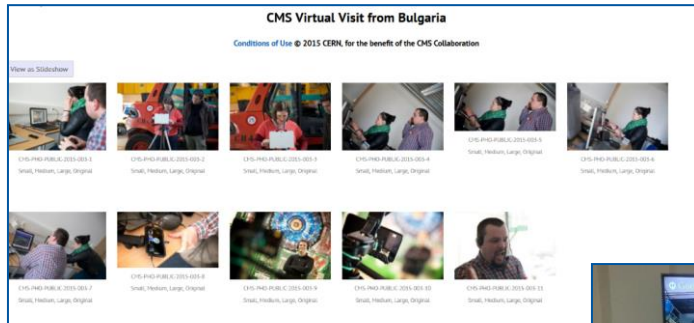
## ✓ Bulgarian High School Student Internship Program (<https://indico.cern.ch/e/BGHSSIP17>)

- Пилотна програма (5 годишен цикъл)
- Българската програма се проведе от 3-ти до 16-ти септември 2017
- Селектирани – 24 ученици от 11 населени места - 7 момичета и 17 момчета



# Виртуални Визити и Видеоконферентни Връзки

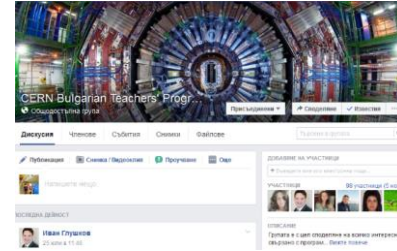
- Започнахме тяхното провеждане от 2013
- Много голям интерес към всяко едно събитие
  - Пример - декември 2016: 18 училища от цялата страна ~ 1000 ученици
  - До момента: училища от 27 населени места в България
- Виртуално участие в българският младежки научен фестивал “АЛО, КОСМОС. Говори България” 2022, 2023



# Резултати от програмите за учители

- ✓ Развиване и подобряване квалификацията на учителите
- ✓ Изграждане на мрежи между учителите
- ✓ Повишаване на научната и технологична култура
- ✓ Мотивиране за по-задълбочено и интересно преподаване на физика в училище
- ✓ Подготвят бъдещото поколение физици, изследователи, инженери и учители
- ✓ Популяризиране на дейностите на ЦЕРН – посланици на CERN

*“Добрите учители преподават.  
Великите учители вдъхновяват”*  
Уилям Уорд



Зорница Захариева



# Резултати от програмите за учители и ученици

- ✓ Мотивирани на учениците да са по-прилежни в училище в часовете по физика, математика, информатика и т.н.
- ✓ Обогаства се училищната програма с най-новите достижения в областта на физиката, инженерни разработки и информационни технологии
- ✓ Организиран в училище – изложби, презентации, викторини, постерни сесии, клубове ‘Приятели на ЦЕРН’ ...
- ✓ Насърчава се любознателността и креативността на учениците
- ✓ Докосват се до съвременната наука която се развива в CERN
- ✓ Мотивират се да продължат образованието си в областта на STEM дисциплини



ница Захариева

# Портал на Науката в ЦЕРН - Science Gateway

- Нов образователен център за представяне на научната дейност в ЦЕРН

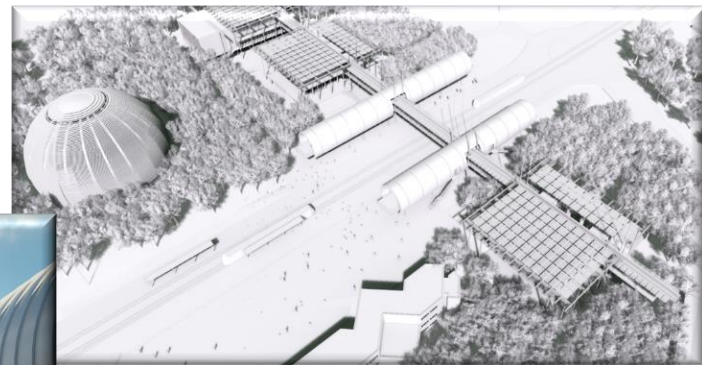
<https://esplanade.web.cern.ch/bg>

- Световно известен архитект – Ренцо Пиано
- Открит през октомври 2023
- Очакват се 300 000 посетители всяка година



# Портал на Науката в ЦЕРН

- Порталът на науката на CERN предлага на посетителите от всички възрасти (от 5 до 105 години) комбинация от **изложби, лабораторни дейности и събития**, точно тук, на място, където учени от цял свят изследват нашата Вселена.
- Този нов център за посетители ще предостави уникалната **възможност да откриете науката и технологиите на CERN** чрез **практически експерименти**.

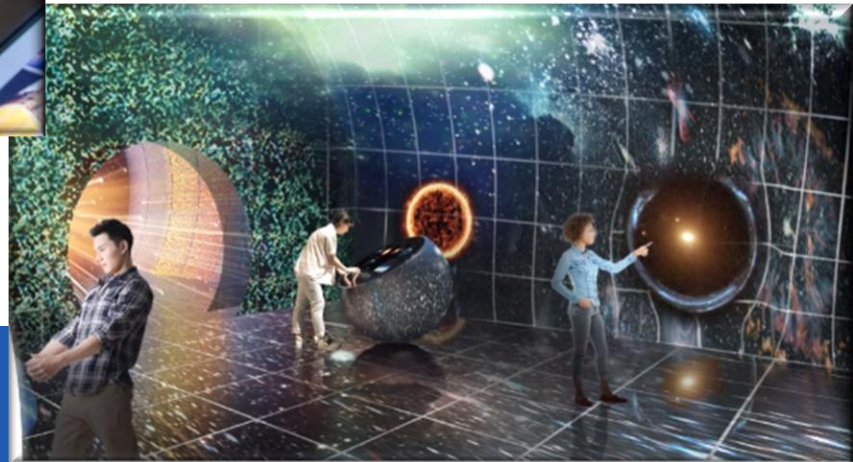
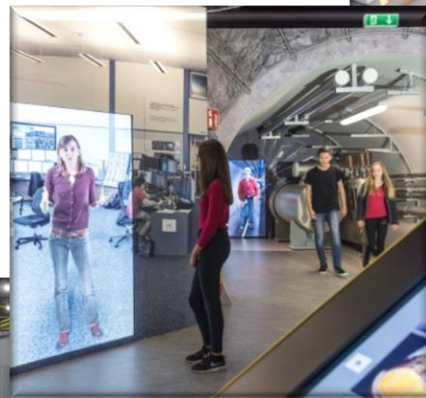
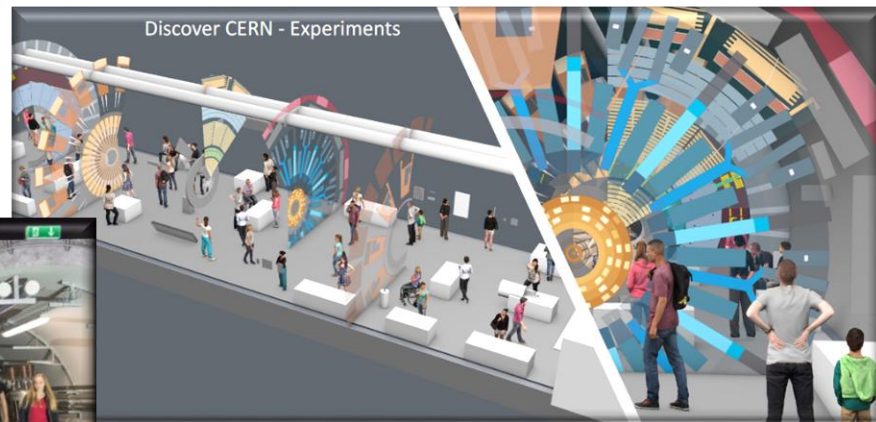




# Портал на Науката в ЦЕРН

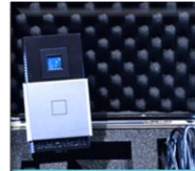


- Изложби – 1300 м2
  - Discover CERN
  - Our Universe
  - Quantum World
  
- Лекции и събития



# Портал на Науката в ЦЕРН

- Лаборатории – „ОТКРИЙТЕ УЧЕНИЯ В СЕБЕ СИ“



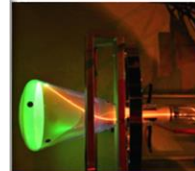
Detection



Computing & Robotics



Engineering & Technology



Acceleration



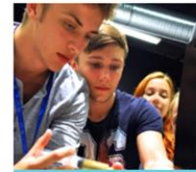
Vacuum & Cryogenics



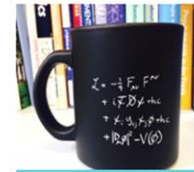
Safety



Magnets



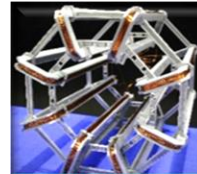
Applications



Theory

# Портал на Науката в ЦЕРН

- Science Shows



Journey of a proton



Information technology



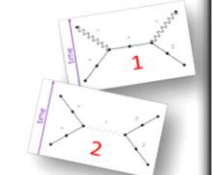
Particles in space



Seeing the invisible



Applications



Theory vs experiment



The role of models



Advancing modern science



Other



ница Захариева

Въведение в ЦЕРН



# CERN - Обединява нации

Конвенцията на CERN:  
“...the promotion of contacts between, and  
the interchange of, scientists...”

- ✓ 33 Страни членки и асоциирани членки
- ✓ Над 100 националности
- ✓ Общност от над 17,000 човека



# ЦЕРН... Accelerating Science and Innovation

- Търси отговори на фундаментални въпроси за Вселената
- Разширява предела на технологиите
- Подготвя утрешните учени
- Обединява нации чрез наука

**Благодаря ви за вниманието!**

Посетете нашите уеб-ресурси

Уеб-сайт на ЦЕРН: [www.cern.ch](http://www.cern.ch)

Посетете CERN: <https://visit.cern/>

CERN TV: [www.youtube.com/cern](http://www.youtube.com/cern)

Webcast: [webcast.web.cern.ch/webcast](http://webcast.web.cern.ch/webcast)

Recruitment: [www.cern.ch/jobs](http://www.cern.ch/jobs)

