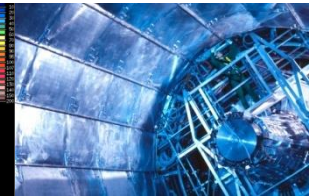
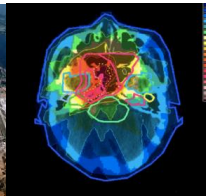
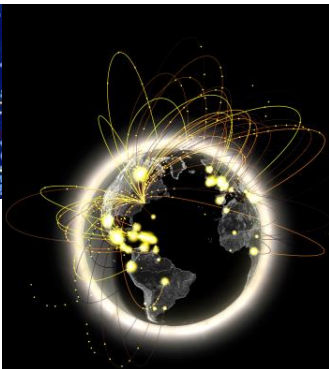
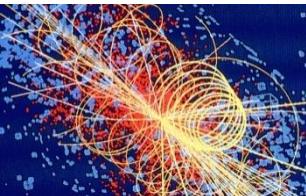




# Въведение в ЦЕРН

7/2015



дфн. Иван Глушков  
СУ "Климент Охридски"  
Програма за обучение на български учители  
ЦЕРН, юли 2015



# Добре дошли в ЦЕРН

Изследвания и  
Открития

Технологии &  
Иновации

Обучение

Сътрудничество





# Накратко



- Малко история
- ЦЕРН днес
- Малко физика
- Ускорителите
- Експериментите
- Иновации
- ЦЕРН и образованието







# ЦЕРН – в началото ...

**Цел...**

Обединява усилията на европейските държави за изследвания в областта на физиката

**Кога...**

1954 г.

**Къде...**

в околностите на Женева

Феликс Блох (Felix Bloch) – Първия генерален директор на ЦЕРН





# ЦЕРН - днес

Ivan Glushkov, 2015



# ЦЕРН в две изречения

- Европейска организация за изследвания в областта на физика на елементарните частици
- Най-големият комплекс от ускорители в света





# ЦЕРН в числа

- ~ 3200 щатни служители
- ~ 1100 асоциирани служители
- ~ 11300 потребители
- Бюджет (2014) 1108 милиона CHF



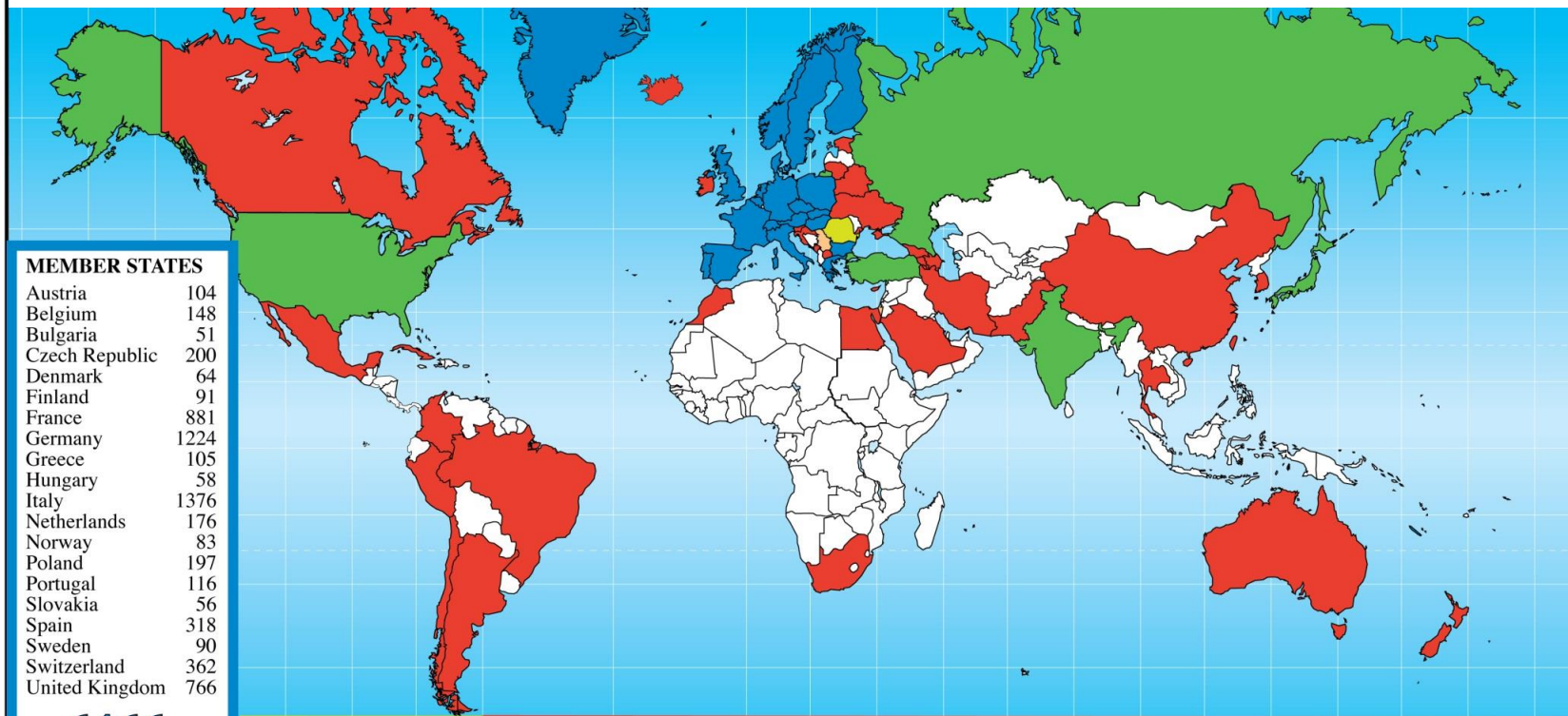
- **21 държави-членки:** Австрия, Белгия, Република България, Чешката република, Дания, Финландия, Франция, Германия, Гърция, Унгария, Израел, Италия, Холандия, Норвегия, Република Полша, Португалия, Словакия, Испания, Швеция, Швейцария и Великобритания
- **Кандидат за членство:** Румъния
- **Асоциирани държави, чакащи за членство:** Сърбия
- **Асоциирани държави:** Турция
- **Държави кандидатстващи за членство:** Бразилия, Кипър, Словения, Пакистан, Русия, Украйна
- **Страни-наблюдатели:** Индия, Япония, Русия, САЩ, Европейската комисия и ЮНЕСКО



# Глобални научни проекти



## Разпределение на всички потребители на ЦЕРН по местоположение на института към 02.09.2013



### MEMBER STATES

Austria	104
Belgium	148
Bulgaria	51
Czech Republic	200
Denmark	64
Finland	91
France	881
Germany	1224
Greece	105
Hungary	58
Italy	1376
Netherlands	176
Norway	83
Poland	197
Portugal	116
Slovakia	56
Spain	318
Sweden	90
Switzerland	362
United Kingdom	766

**6466**

### OBSERVERS

India	154
Japan	224
Russia	899
Turkey	106
USA	1787

**3170**

### CANDIDATE FOR ACCESSION

Romania	82
---------	----

### ASSOCIATE MEMBER IN THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP

Israel	57
Serbia	30

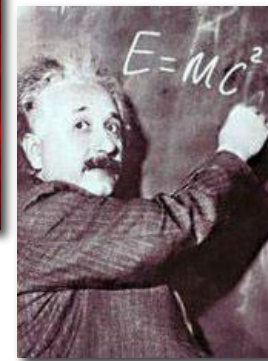
### OTHERS

Chile	7	Georgia	10	New Zealand	6		
China	130	Iceland	4	Pakistan	21		
China (Taipei)	70	Iran	22	Peru	2		
Colombia	11	Ireland	7	Saudi Arabia	3		
Croatia	25	Korea	103	Slovenia	25		
Azerbaijan	2	Lithuania	16	South Africa	31		
Belarus	23	Cyprus	10	Thailand	6		
Brazil	110	Egypt	18	T.F.Y.R.O.M.	1		
Canada	154	Estonia	18	Morocco	9	Ukraine	26

**987**

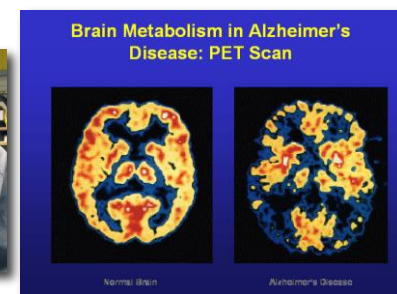
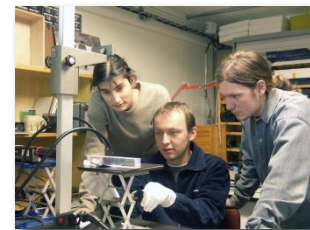
- **Разширяване границите на знанието**

Примери - тайните на Големия Взрив...как е изглеждала материята в първите моменти от съществуването на Вселената ?



- **Развива нови технологии за ускорители и детектори**

Информационни технологии – Уеб (WWW) и GRID  
Медицина – диагностика и терапия



- **Подготвя утрешните учени и инженери**

- **Обединява хора от различни страни и култури**





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



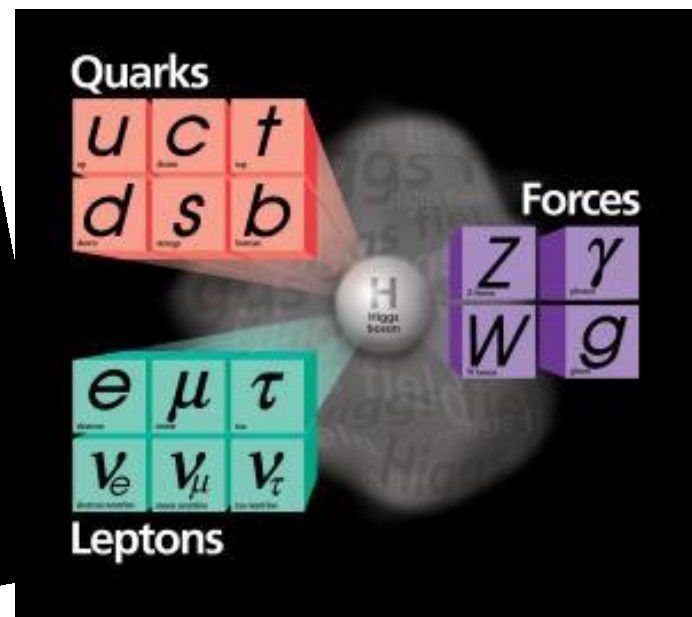
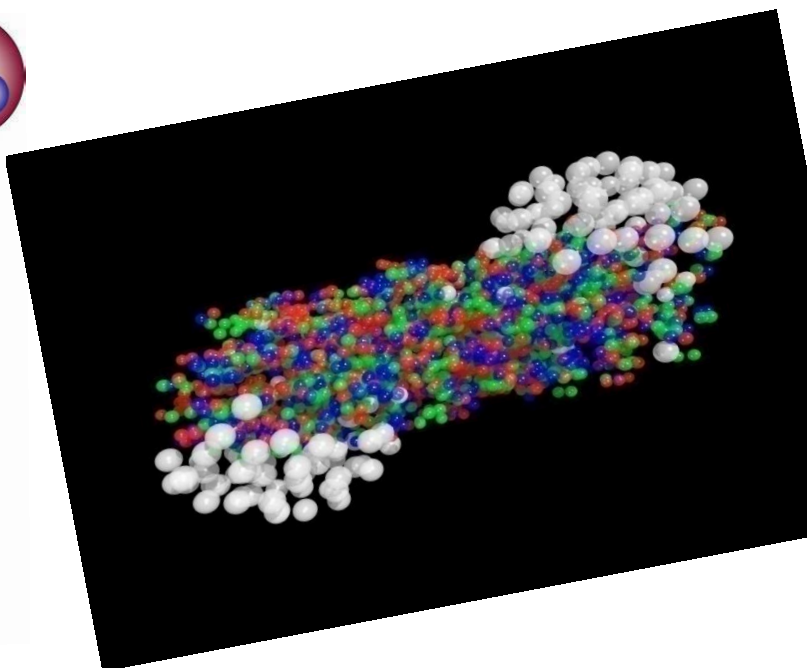
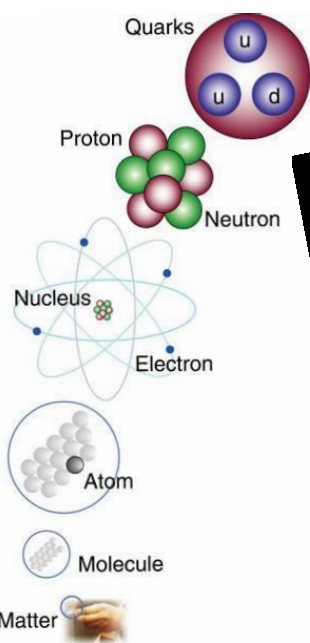
**проф. Лучано Маяни, бивш генерален директор на ЦЕРН:**

- *"Bulgaria's membership of CERN is another step forward in the unique European collaboration in fundamental physics research. We are delighted to welcome our Bulgarian colleagues to our community."*



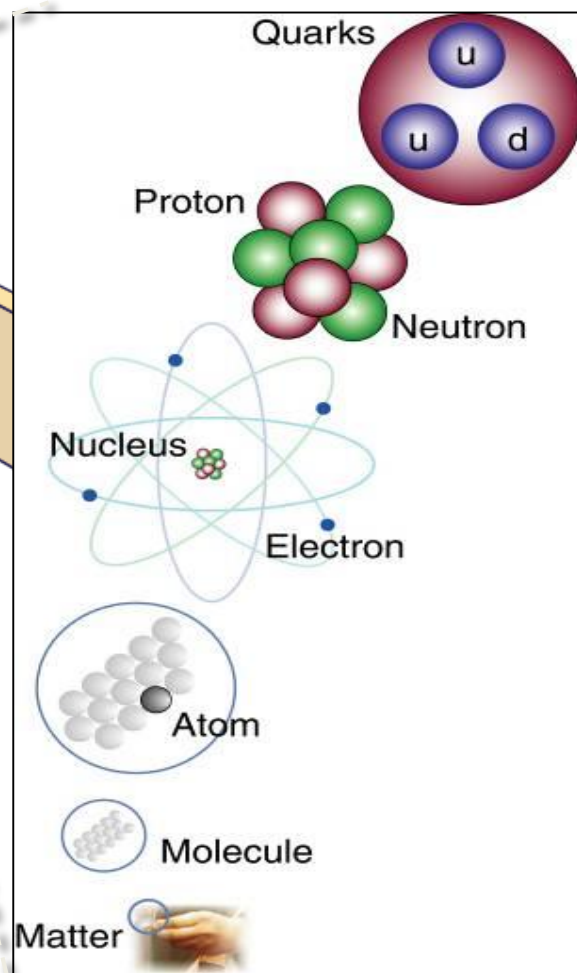
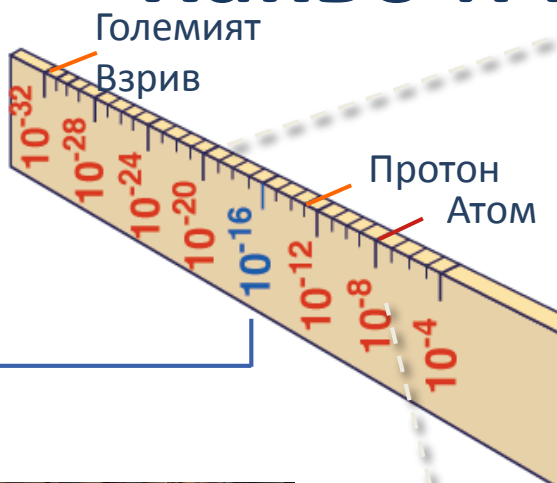
- Какво е маса? Как е придобита? Защо някои елементарни частици нямат маса?
- От какво е направена 96% от Вселената (тъмна материя/енергия)?
- Фаворитизация на природата... защо вече няма анти-материя?
- Как изглеждала материята в първият миг от Вселената?
- Неизследвани територии... суперсиметрии, гравитони, микроскопични черни дупки, наистина ли са елементарни елементарните частици и още, и още..

Ivan Gjuzev, 2015

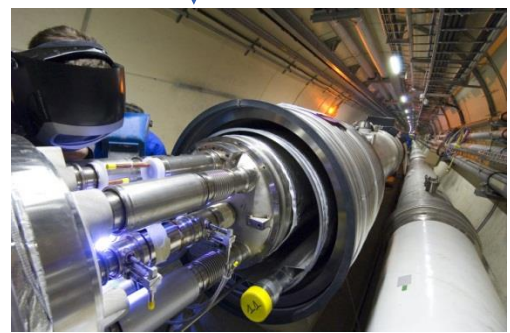




# Какво и как "виждаме"



от  
лъъцето

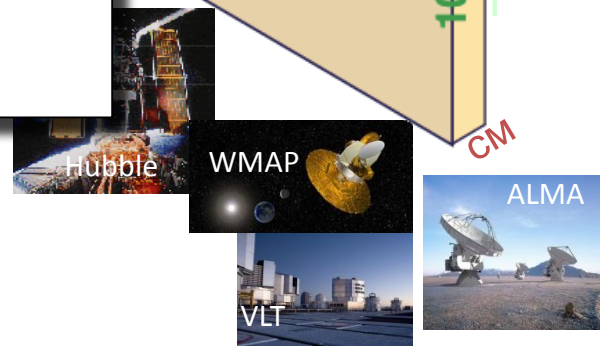
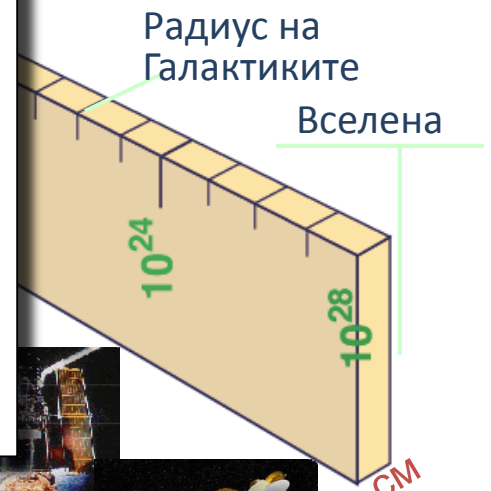


LHC

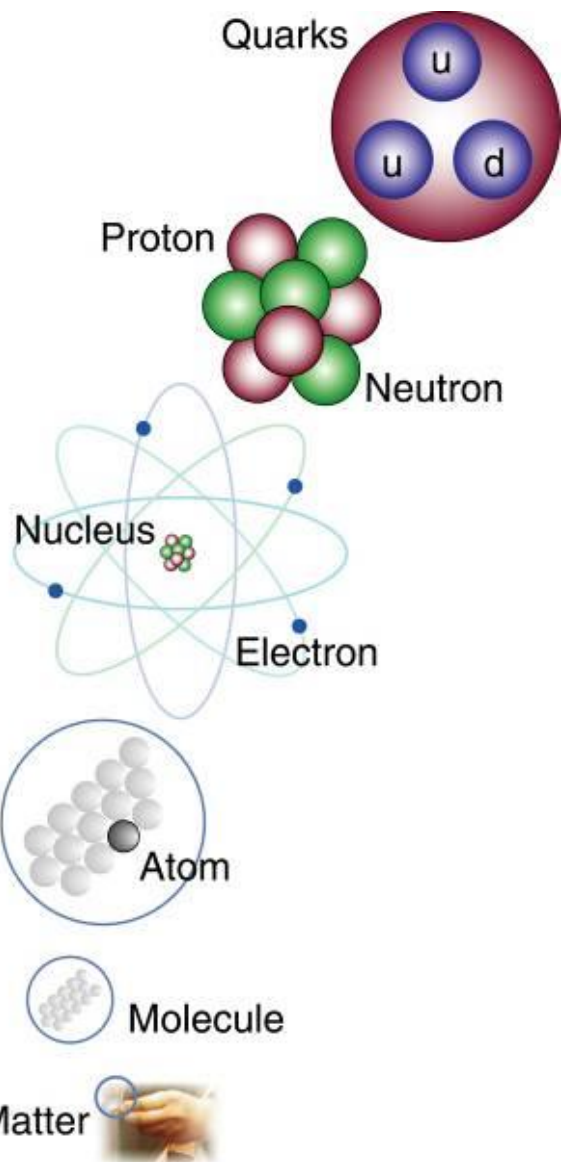
## Сврърх Микроскоп



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



# От какво е изградено всичко?



		Fermions			Gauge bosons
		I	II	III	
Quarks	up	u	c	t	Strong force gluon (g)
	down	d	s	b	
Leptons	electron neutrino	$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$	
	electron	e	$\mu$	$\tau$	Weak force W <sup>+</sup> W <sup>-</sup> Z W boson Z boson
	muon				
					Higgs particle (H)

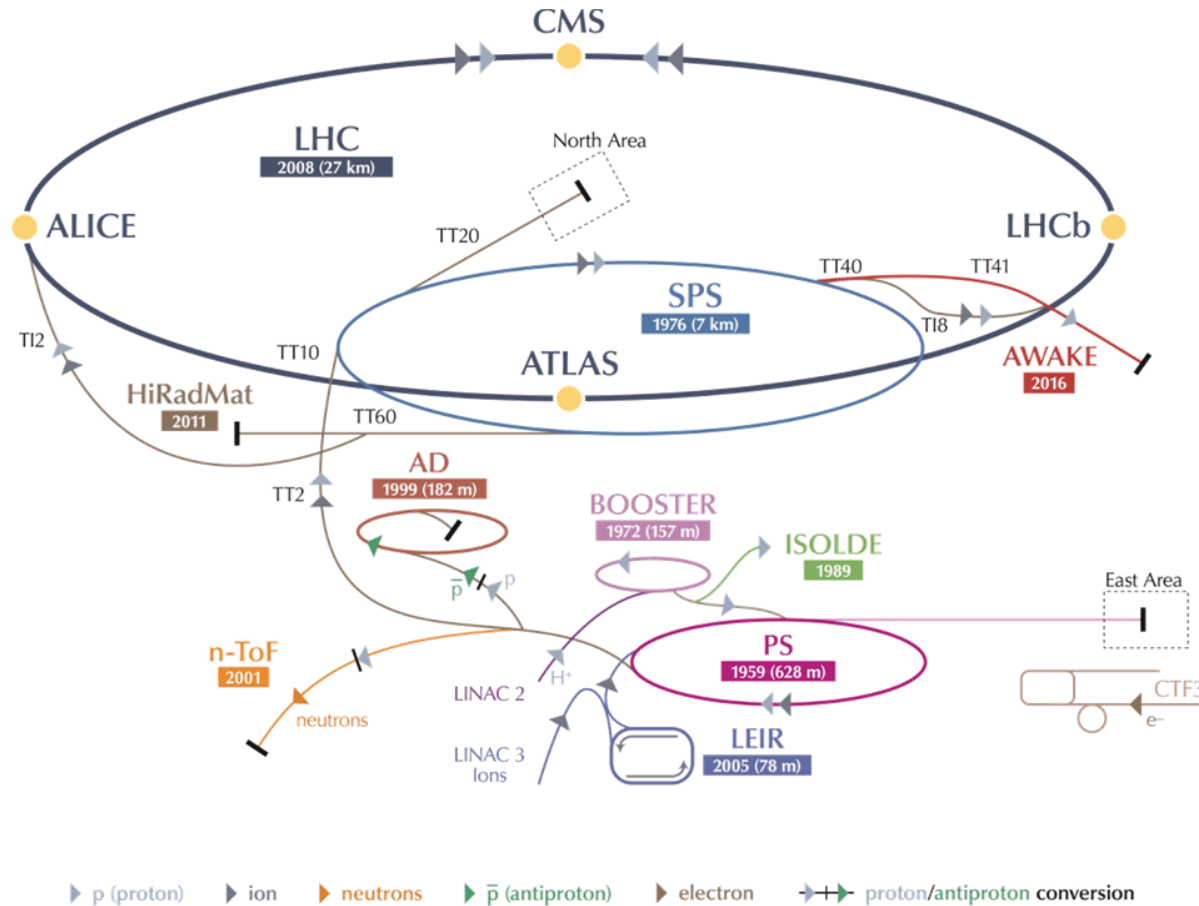
P.S.: Подробности – от дфн. Пламен Яйджиев в следващата лекция (“Въведение във физиката на елементарните частици”)



# Ускорителите



# Ускорителния комплекс на ЦЕРН



- LHC** Large Hadron Collider
- SPS** Super Proton Synchrotron
- PS** Proton Synchrotron
- AD** Antiproton Decelerator
- CTF3** Clic Test Facility
- AWAKE** Advanced WAKefield Experiment
- ISOLDE** Isotope Separator OnLine DEvice
- LEIR** Low Energy Ion Ring
- LINAC** LINear ACcelerator
- n-ToF** Neutrons Time Of Flight
- HiRadMat** High-Radiation to Materials

© CERN 2013

P.S.: Подробности – в лекцията на инж. Александър Христов “Въведение в комплекса ускорители на ЦЕРН и тяхното управление” във вторник

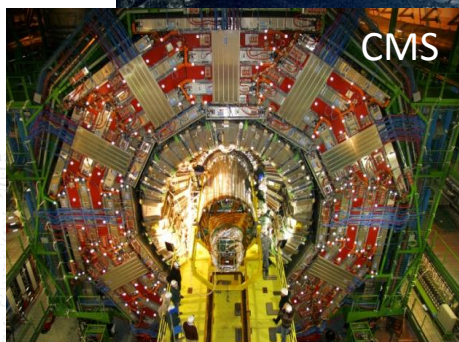
Ivan Glushkov, 2015



# Навлизане в нова ера за фундаменталната наука



Пускът на Големия Адронен Колайдер (LHC), един от най-големите и глобални научни проекти, е повратна точка във физиката на елементарните частици.



CMS



LHC  
пръстен:  
27 km  
обиколка

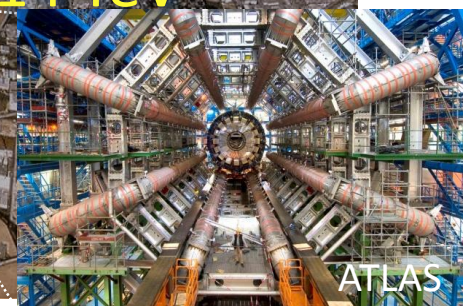


LHCb

Изследване на нова енергийна граница  
Протон-Протонни сблъсъци с  $E_{CM} = 14 \text{ TeV}$



ALICE

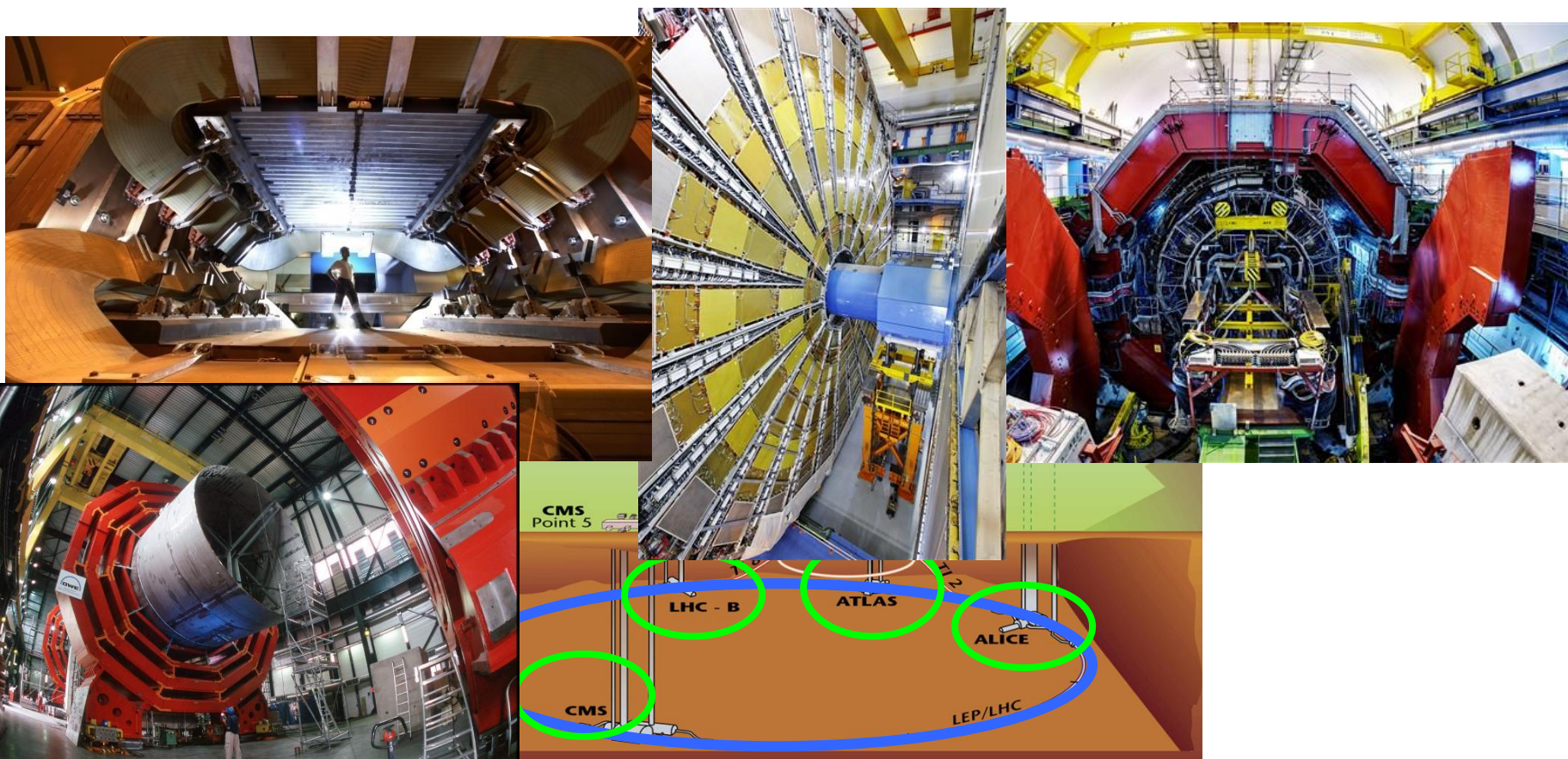


ATLAS



## Големия Адронен Колайдер

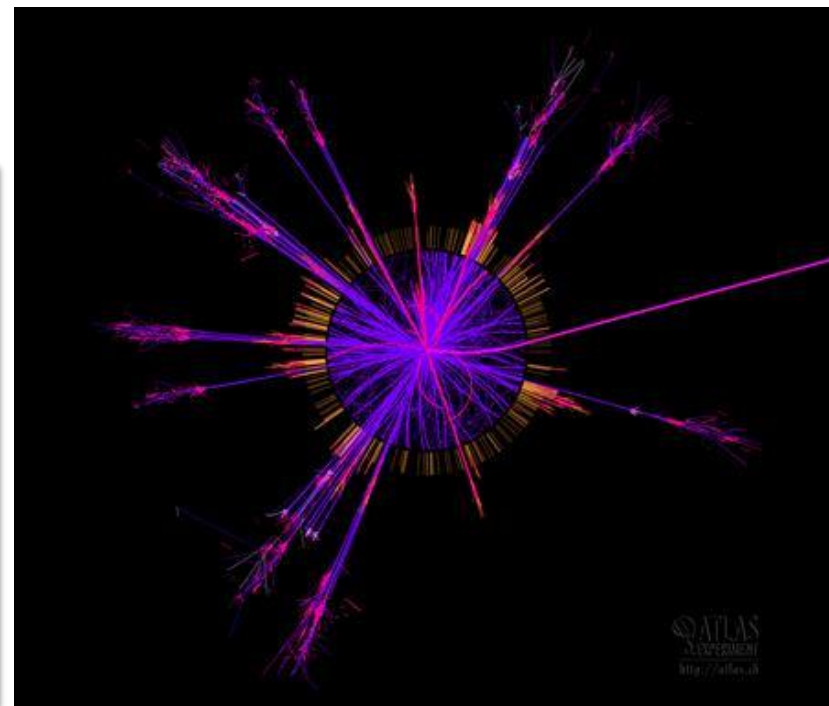
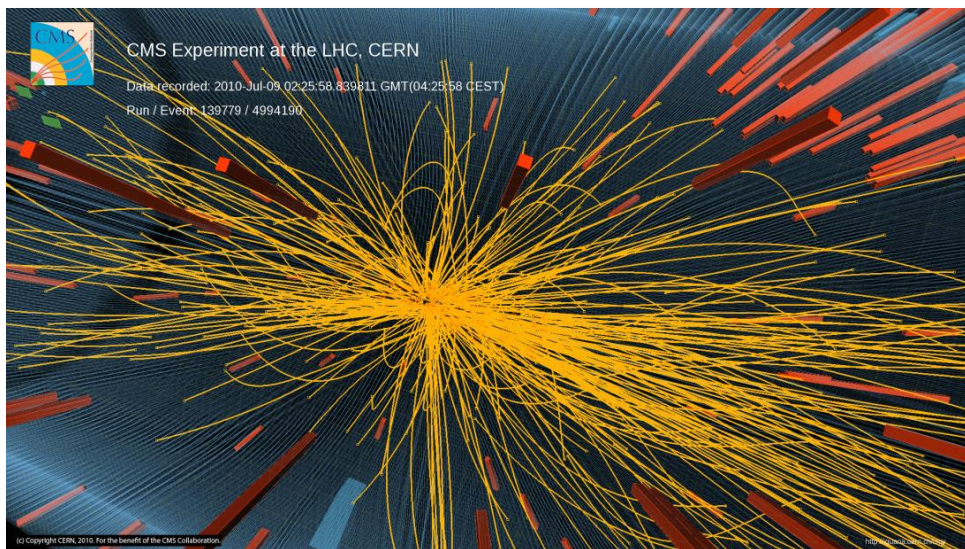
- Най-големият ускорител в света – дължина от 27 км., средно 100 м. под земната повърхност
- 4 подземни зали съдържащи огромни детектори





## Големия Адронен Колайдер

- Най-мощния ускорител в света
  - Сноп от протони обикалят в LHC 11 245 пъти/сек.
  - 99.9999991% от скоростта на светлината
  - 600 милиона сблъсъка в секунда
- Сноп от частици с най-високи енергийни нива в света – 6.5 TeV.
- Висока степен на вакуум ( $10^{-13}$  атм.)



# Магнитните Модули на LHC

- Приблизително 10 000 магнита
  - 1232 диполни магнита: 15м. дължина, 8.4 тесла, 11 700 А
  - 392 квадрополни магнита: 5-7м дължина
- Енергия в магнитите : 10 GJ или 2.5 тона тротил
- Работещи при температура малко над абсолютната нула (1.9 K)





# Инсталиране на магнитите на LHC

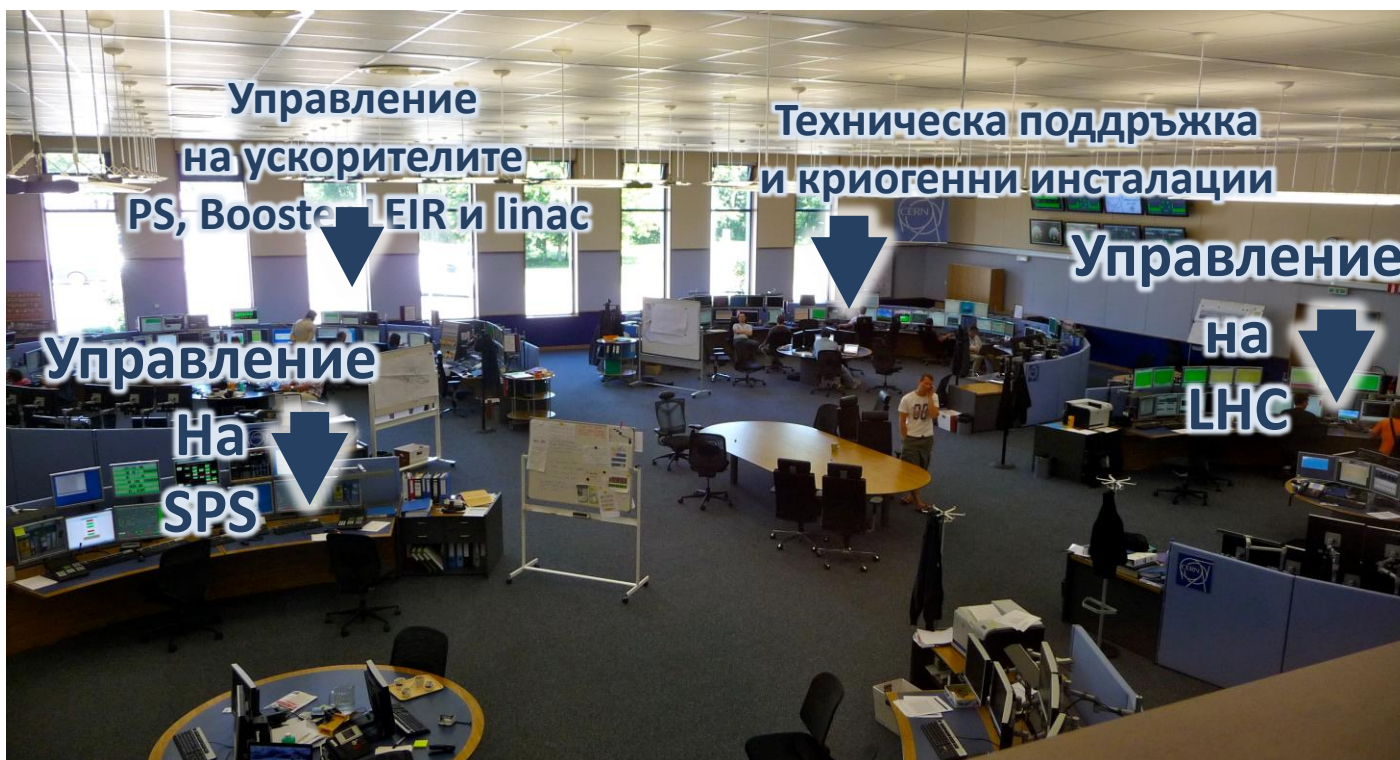


Ivan Gjustrov, 2015



# Център за управление

- Единен център за управление (CCC) на
  - Всички ускорители
  - Цялата техническа инфраструктура и криогенни инсталации
- Изграден на мястото на центъра за управление на SPS (LEP) ускорителя на територията на френската част на ЦЕРН (Prévessin)
- Всички ускорители се управляват от CCC от 2006 г.





# Експериментите



CMS = Компактен Мюонен Соленоид

## Калориметри

## Свръхпроводящи Намотки

Електромагнитен калориметър  
(ECAL)

Сцинтилиращи  $PbWO_4$   
кристали

Адронен калориметър  
(HCAL)

Сандвич от месинг и  
сцинтилиращи плоскости



Брой учени: 3170  
Брой институти: 180  
Брой страни: 39

Желязна  
скоба

## Тракер

Микрострипови и  
пикселови силициеви  
детектори

## Мюонен барабан

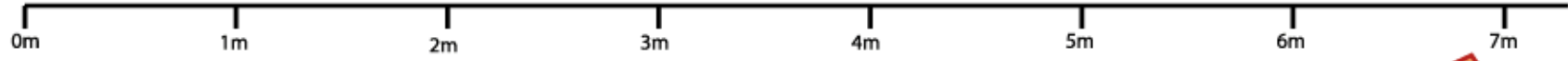
Дрифтови камери

Камери със  
съпротивителна  
плоскост (RPC)

## Мюонна Камера

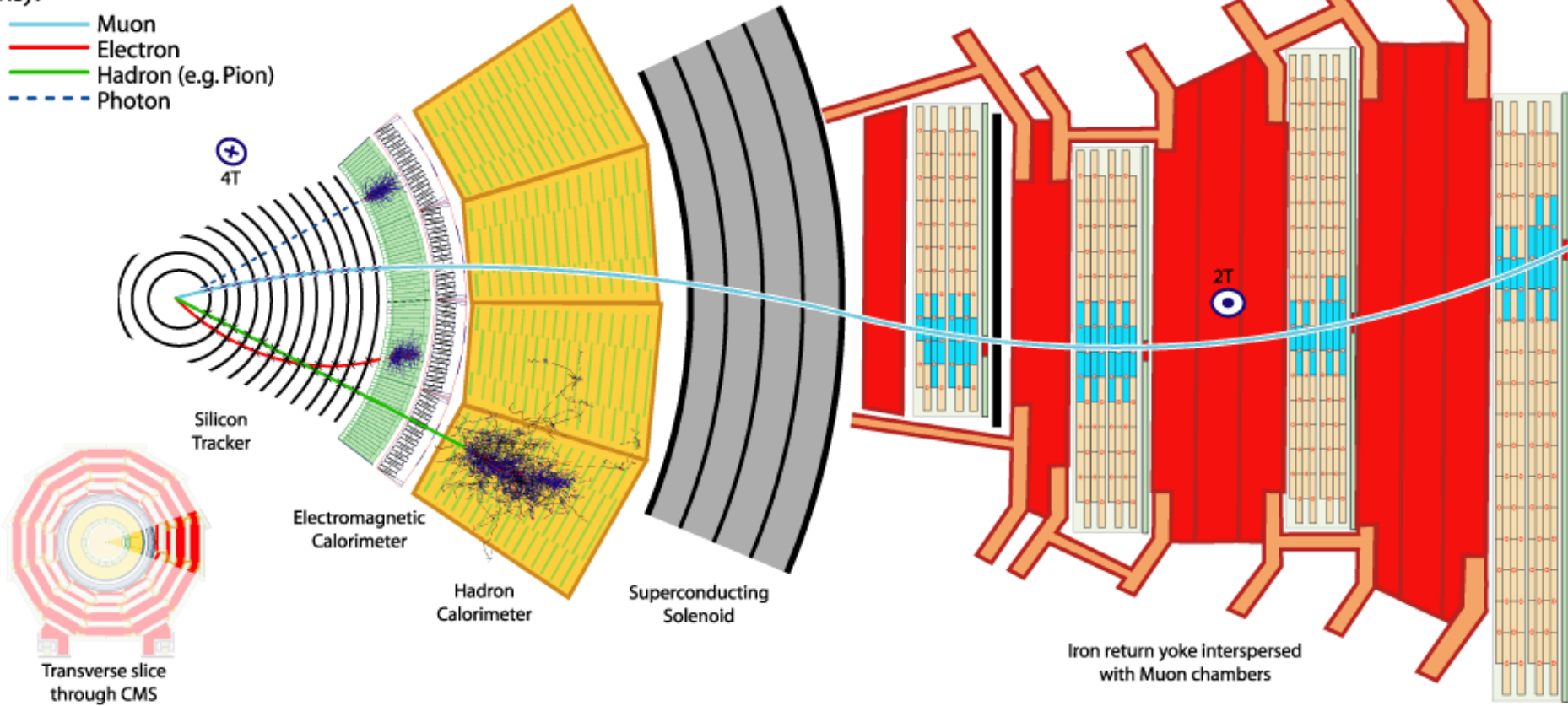
Катодно-стрипови камери  
Камери със съпротивителна  
плоскост

Общо тегло: 14 000 тона  
Външен диаметър: 15 метра  
Обща дължина: 21.6 метра  
Магнитно поле: 4 тесла



Key:

- Muon (light blue line)
- Electron (red line)
- Hadron (e.g. Pion) (green line)
- - - Photon (dashed blue line)



## Детектор

	<b>Detector characteristics</b>	
	<b>Width:</b>	<b>44m</b>
	<b>Diameter:</b>	<b>22m</b>
	<b>Weight:</b>	<b>7000t</b>

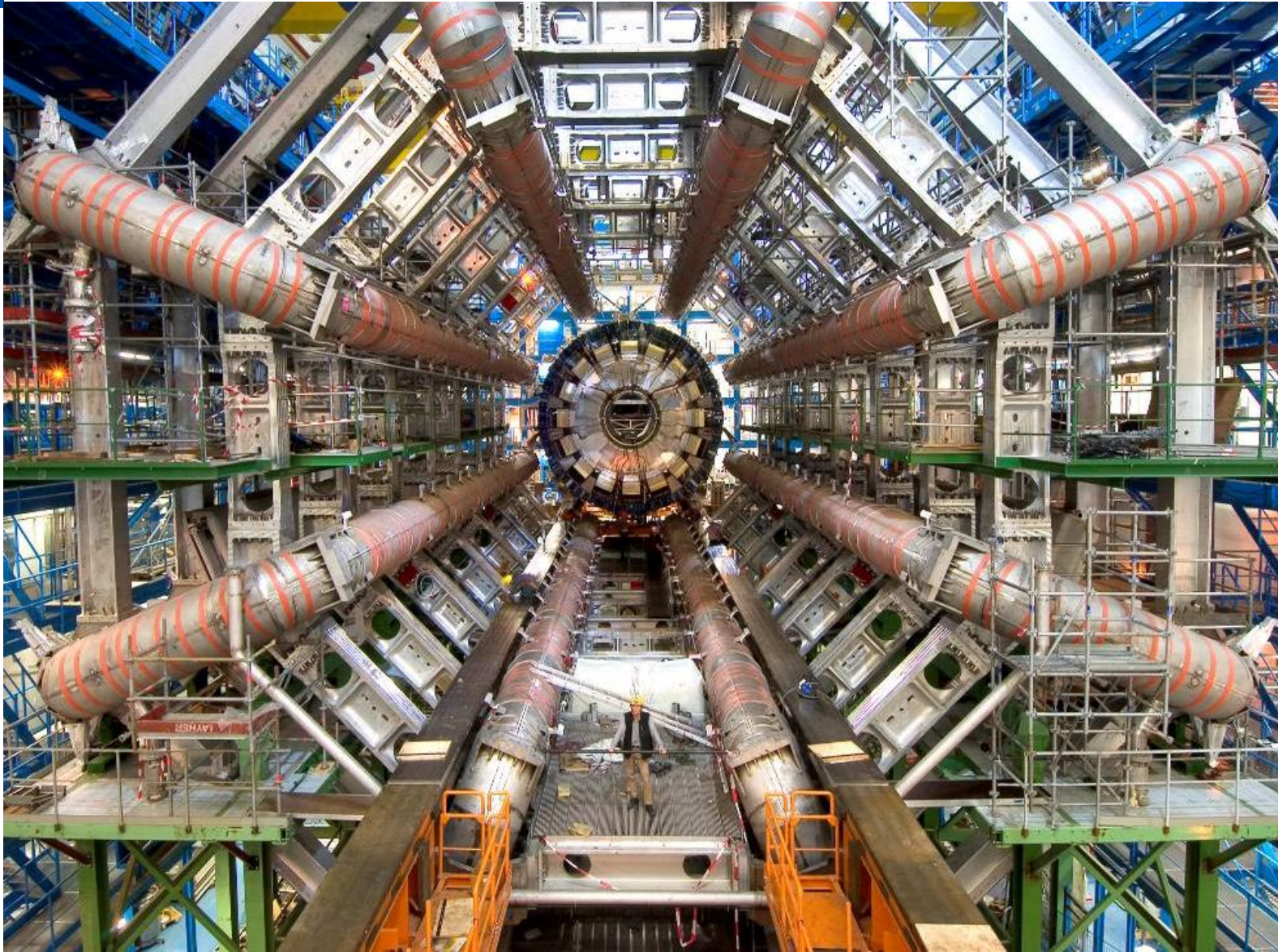
CERN AC - ATLAS V1997



\* Източник: [Интернет страница на ATLAS](#)



# Залата на ATLAS

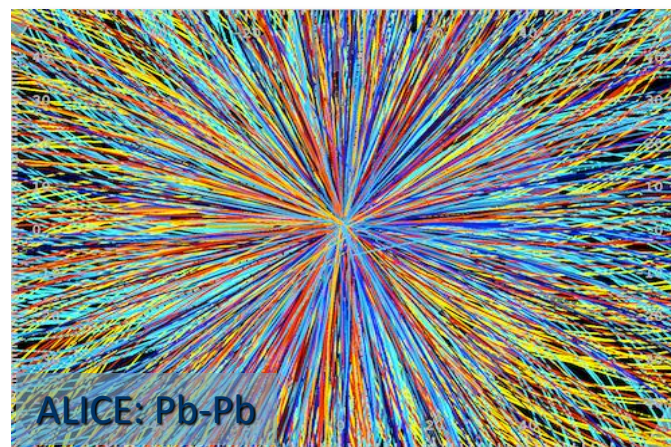
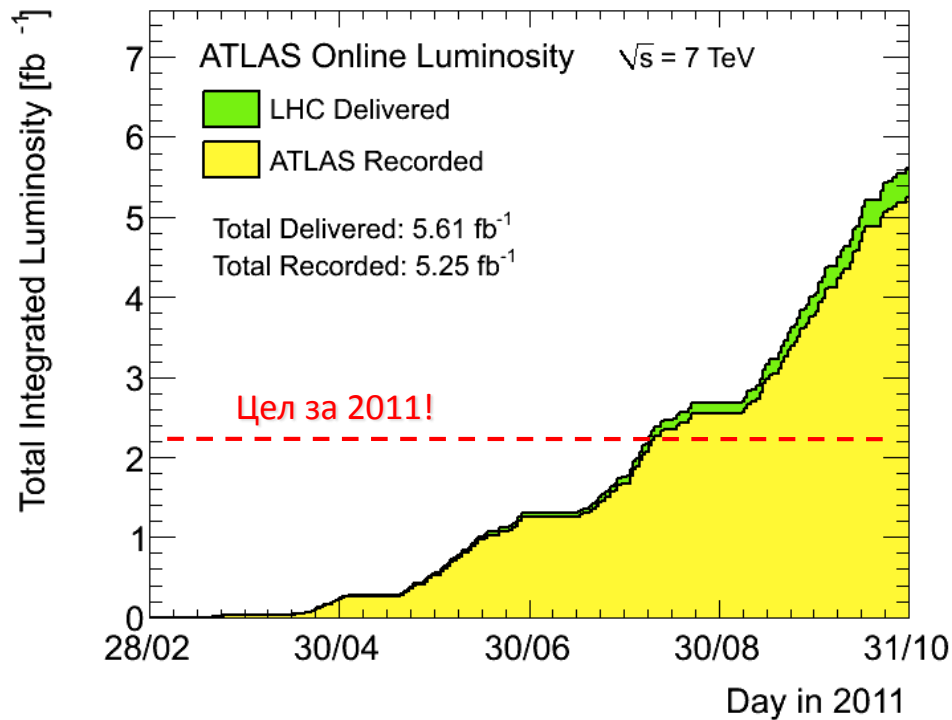
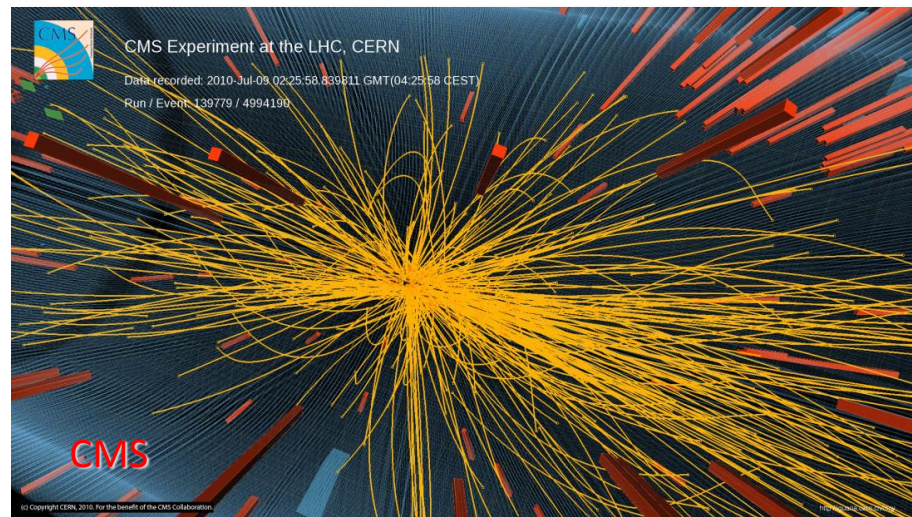


Ivan Obraztsov, 2015



30.03.2010 – Първи  
сблъсци при 7 TeV

Run1: 2010 - 2013

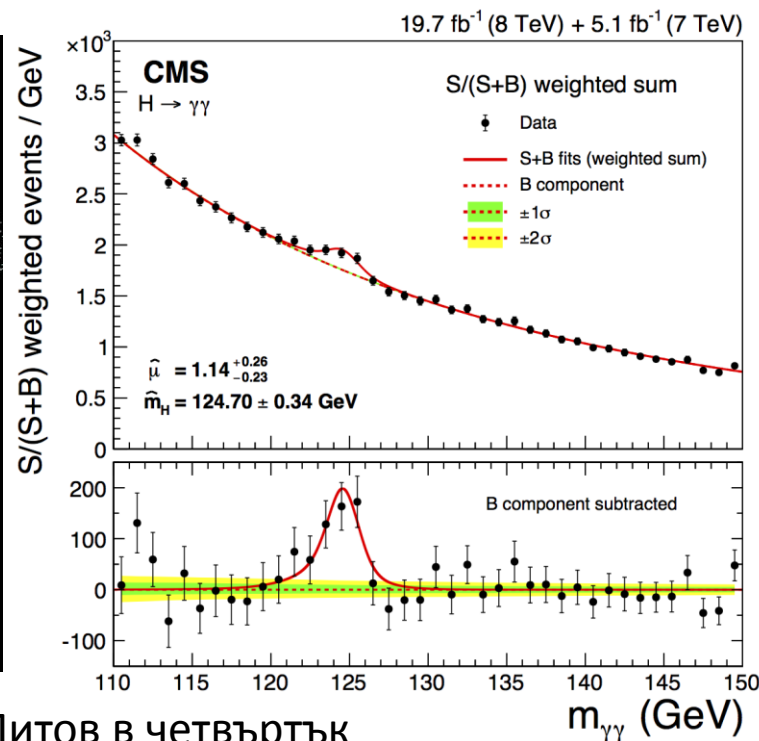
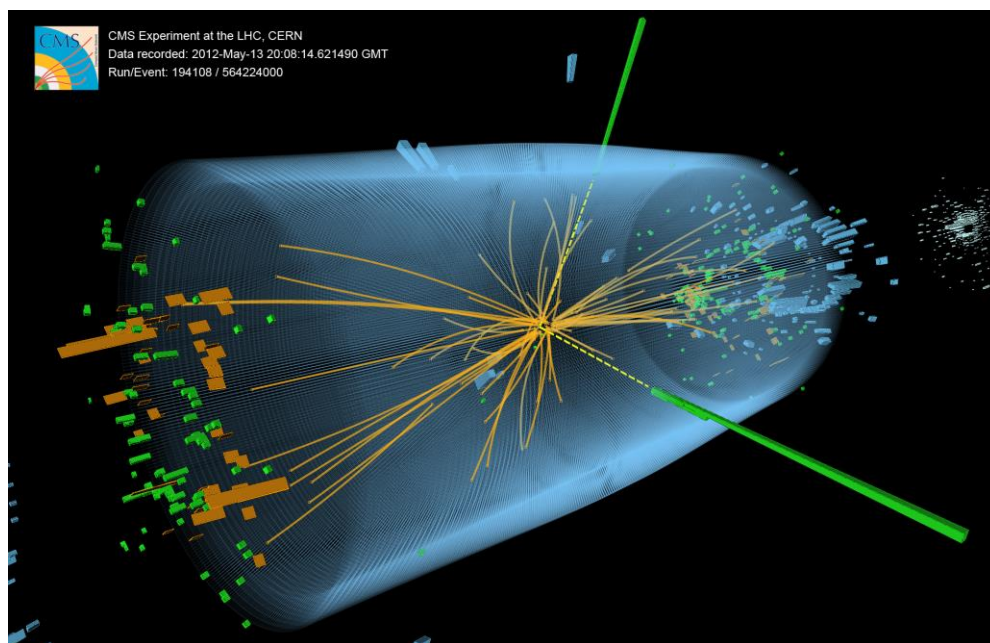


# ОТКРИТА Е НОВА ЧАСТИЦА!!!





- 1964<sup>[1]</sup> – Предлага се обяснение на генериране на масите на частиците от три независими групи.
- 04.07.2012<sup>[2]</sup> – Нова частица е наблюдавана независимо в експериментите CMS и ATLAS съвместима с Хигс бозон
- 08.10.2013<sup>[4]</sup> – Нобелова награда по физика за Питър Хигс и Франсоа Енглер за “теоретичното откритие на механизма допринасящ за нашето разбиране на произхода на масите”
- 17.03.2015<sup>[5, 6]</sup> – ATLAS и CMS комбинират събранните данни за постигане на най-точното измерване на масата на Хигс бозона до момента.
- Днес – В очакване на Run2 на LHC за измерване на свойствата на Хигс бозона



P.S.: Повече за Хигс бозона ще ви разкаже доц. Литов в четвъртък

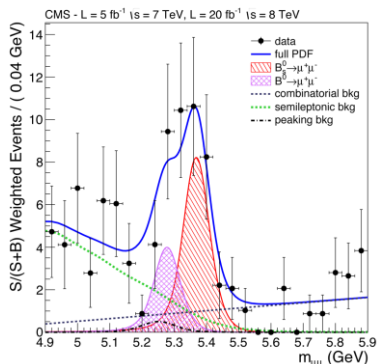
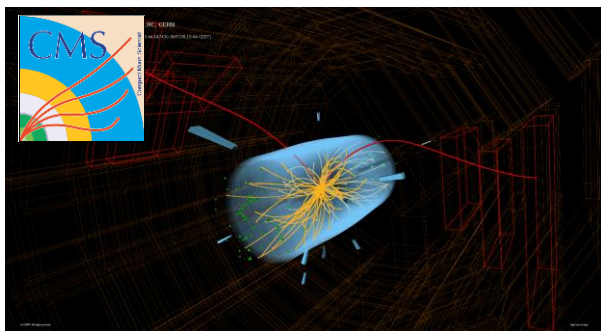
...за последните 3 месеца

Обработката на данните от сблъсците в LHC през периода 2011 – 2012 продължава да ни носи изненади:

13.05.2015

$B_s^0 \rightarrow \mu\mu$

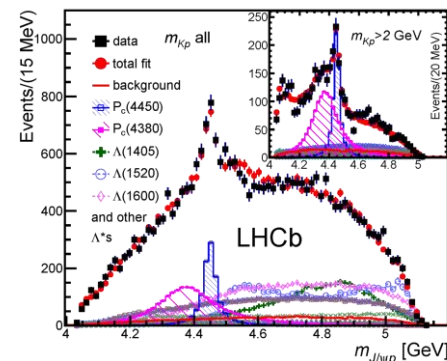
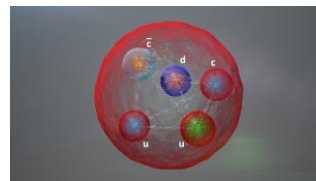
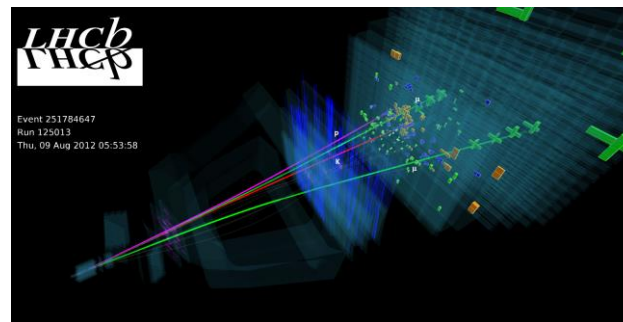
За първи път е наблюдаван разпада  $B_s^0 \rightarrow \mu\mu$  от експериментите LHCb и CMS. Този разпад трябва да се случва веднъж на 4 милиона разпада на  $B_s^0$



14.07.2015

Пентакварки!

Открит е нов клас частици в експеримента LHCb, състоящи се от 5 кварка. Възможни в рамките на кварковия модел (1964 г., Гел-Ман) но за първи път наблюдавани със сигурност в LHCb.

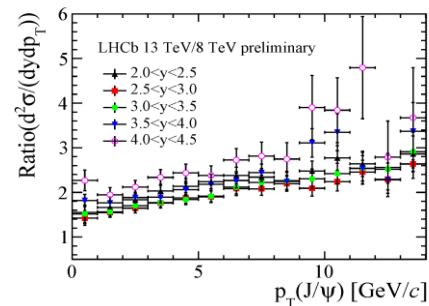
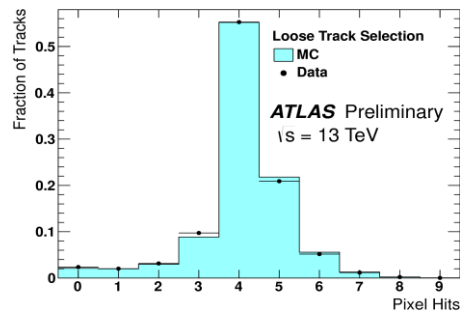
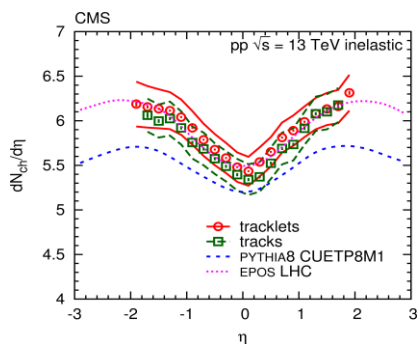




От 3-ти юни 2015 година LHC започна отново да ускорява и сблъсква протони в четирите експеримента с рекордната енергия от 13 TeV



И първите резултати и статии които използват новите данни в [CMS](#), [ATLAS](#) и [LHCb](#) са вече реалност



P.S.: Какво прави LHC както и другите ускорители в момента, можете да видите по всяко време [ТУК](#)



# Технологии

Ivan Glushkov, 2015



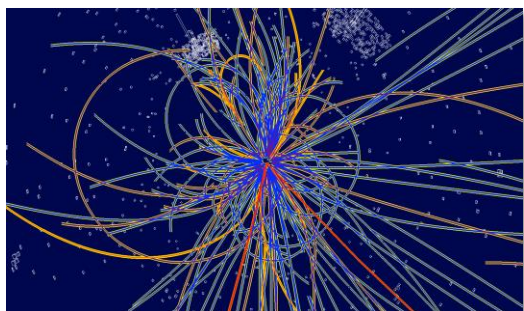


# Технологии

## вече в индустрията



- Touch screen
  - 1973, Бек и Бент Щумпе, за управлението на SPS
- Ракова терапия
  - PET / CT скенер
  - Разработка на линейни ускорители за болници
  - Облъчване с протони, антипротони и въглеродни йони
- Радиационна защита и обработка
- Електронни компоненти
- Програмно обезпечаване
- Обработка и съхранение на данни
- Измервателна апаратура
- Нови материали и процеси за тяхната обработка
- Информационни технологии (напр. www)

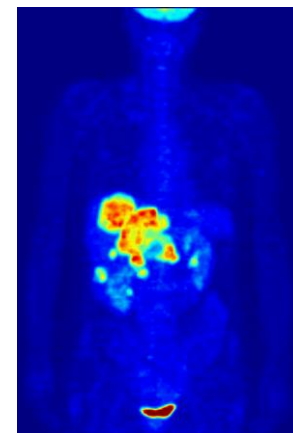
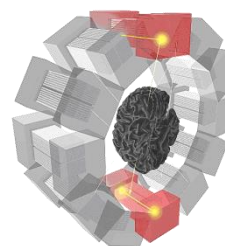


Детектори на  
елементарни частици

Клинични изпитания в  
Португалия за  
диагностиране на рак  
на гърдата (ClearPEM)



PET скенер



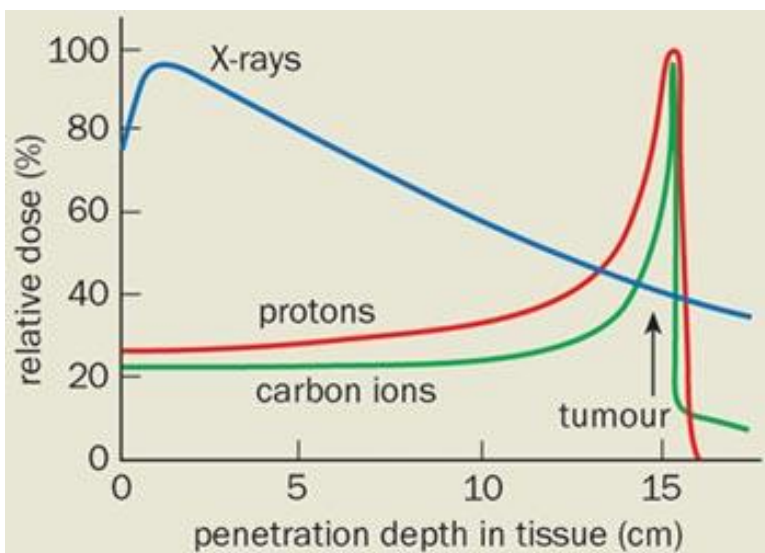
PET (Positron Emission Tomography) е много важен за локализиране и изследване на някои видове рак.

Използва се изотопа Флуор-18 произвеждан от ускорител на елем. частици.

PET използва античастици (позитрони).







- Ускорители на елементарни частици - разработени във физични лаборатории се използват в болници



> 70 000 пациенти

- Около 17,000 от 30,000 ускорителя работещи в света днес се използват в медицината



Източник: ИВА

- The **World Wide Web** - **създадена в ЦЕРН през 1989**. Осигурява непрекъснат достъп до милиони сайтове с информация в различни географски райони.

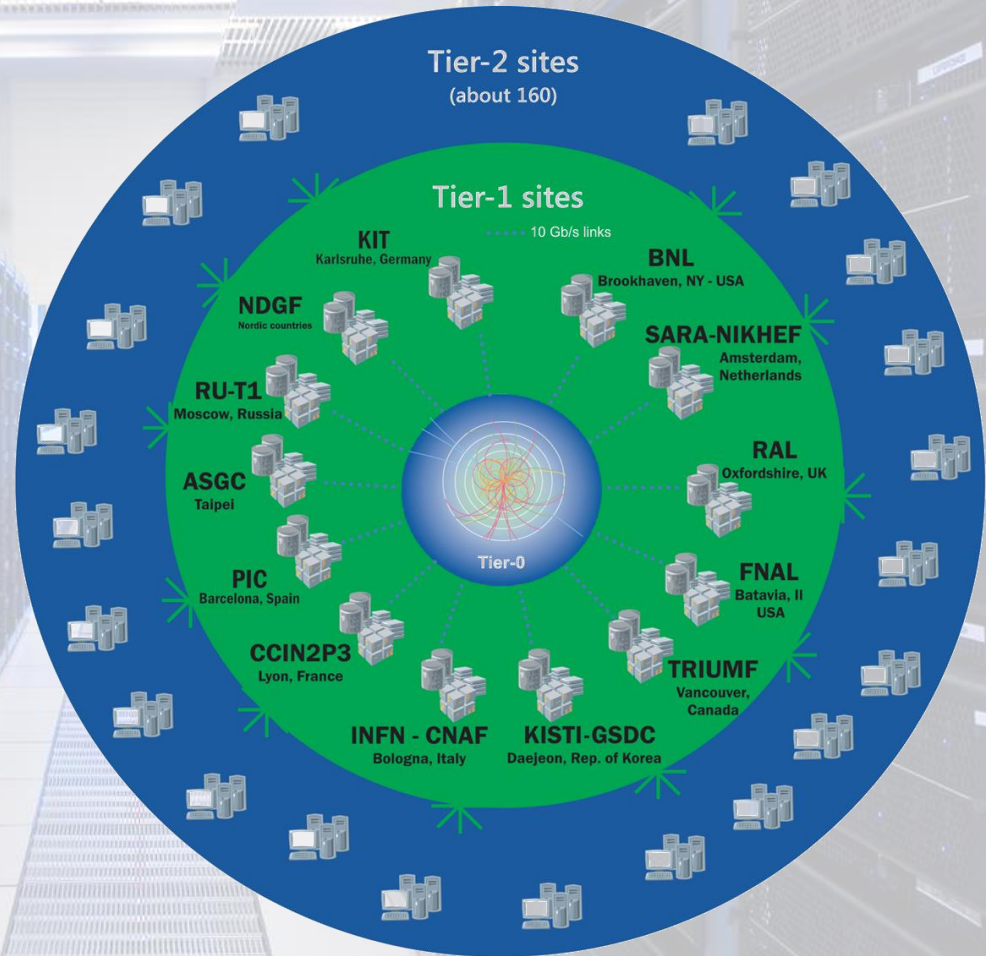
P.S.: [Така](#) е изглеждала първата интернет страница в света на първия браузър в света



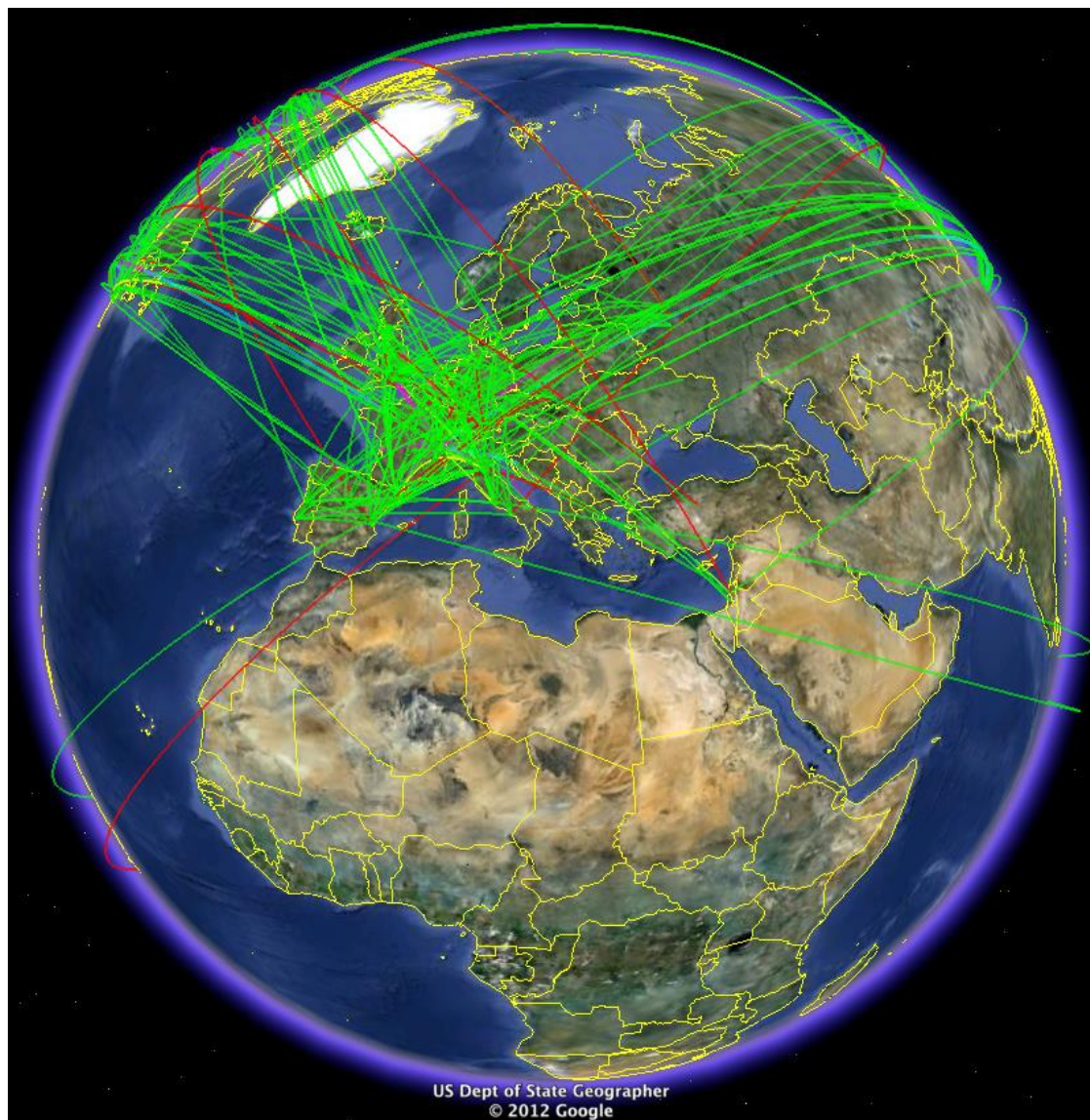


- LHC експериментите произвеждат **10-15 милиона Гигабайта информация всяка година** (за 20 милиона CD-та!)\*
- LHC информационния анализ изисква компютърна мощ еквивалентна на **~100,000 от днешните най-бързи изчислителни процесори.**
- GRID технологиите изграждат инфраструктура, разпространена по целия свят, която предоставя непрекъснат достъп до изчислителни ресурси и ресурси за съхранение на данни.
- 170 изчислителни центра
- 41 държави
- 8000 физика

\* Видео: [Обработка на данните от LHC](#)







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



# ЦЕРН

## Образователни дейности

**Учени в ЦЕРН**  
 Академични квалификационни програми



**Млади изследователи**

- Училище на ЦЕРН за Физика на Високите Енергии
- Училище на ЦЕРН по информационни технологии
- Училище на ЦЕРН за Ускорители

 **2010 Accelerator School - Варна**



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



**Училища за учители на ЦЕРН**  
 Международни и Национални програми  
 2008-2013:  
 279 учители от България



- 6 учителски програми
- 1 програма за директори на училища (основно математически и природоматематически гимназии) през 2010 – 3-дневен курс на обучение
- От 2011 година програмата е официано подпомагана от Министерство на Образованието и Науката



# Как изглежда физиката за учениците?



Ivan Glushkov, 2015



# Да заведем учениците и да им покажем красотата на физиката



*“Изкуството да се преподава е всъщност  
изкуството да се разпали жаждата за знания на  
младите и едва след това тя да се задоволи.”*

*Анатол Франс*



## Конвенция на CERN:

“...the promotion of contacts between, and the interchange of, scientists...”



- ✓ 21 Страни членки
- ✓ Над 60 страни
- ✓ Над 100 националности
- ✓ Общност от над 14,000 човека

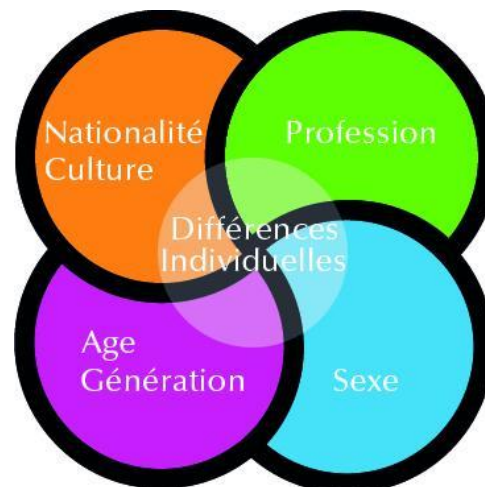


Ролф Хоиер, генерален директор на ЦЕРН

*“Разнообразието винаги е било голямата тайна на науката, тайна която винаги сме се опитвали да споделим. ЦЕРН се основава на събиране на различни хора преследващи една и съща цел и това е едно от нещата което носи успех на тази организация десетилетия.”*

## • Принципи

- ✓ *Ценене на различия*
- ✓ *Насърчаване на равнопоставеност*
- ✓ *Насърчаване на сътрудничеството*



*“Women in science – a necessity?” – дискусия организирана от ЮНЕСКО, ЦЕРН, ITU и IFUW (International Federation of University Women), 02.07.2013*

- *Равноправие на половете чрез обучение*
- *Привличане на момичета към науката*

Ирина Бокова, Генерален директор на ЮНЕСКО

*“Няма въпрос, отговора е “Да, жените са необходими в науката”*





# България – колаборатор с ЦЕРН

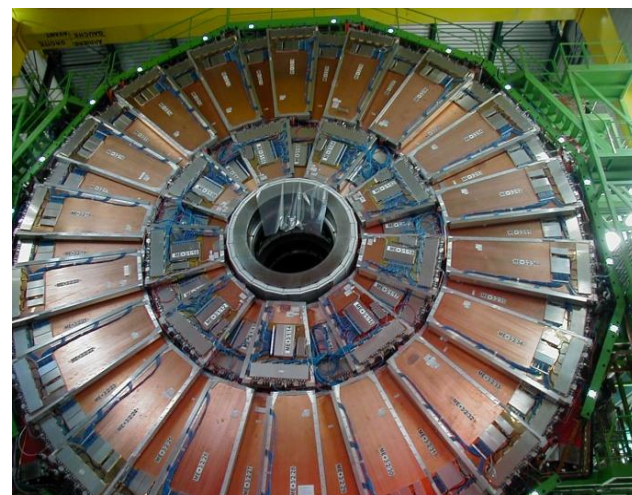
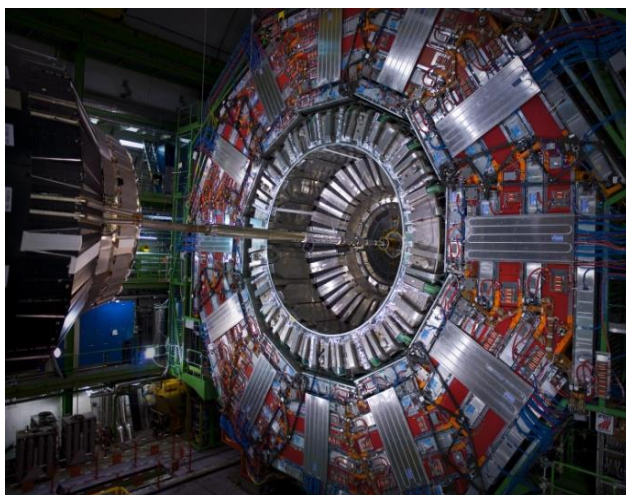


- Дългогодишно сътрудничество започнало през 70-те и 80-те години на 20 в.
  - ✓ Физика, сътрудничество започва през 1975 г. - NA4 и 80-те - L3 :
    - Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, Българска академия на науките
    - Факултет по физика, Софийски Университет Св.Климент Охридски
  - ✓ Инженерни проблеми, сътрудничество започва през 1987 г. (Експеримента L3):
    - Институт по системно инженерство и роботика, Българска Академия на Науките





- Проекти с българско участие в експеримента CMS:
  - Адронен калориметър
  - Мюонната система
- Български институти участващи в колаборацията CMS:
  - Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика при Българската академия на науките (ИЯИЯЕ, БАН)
  - Физически факултет на Софийски Университет “св. Климент Охридски” (ФзФ, СУ)
  - Институт по системно инженерство и роботика при Българската академия на науките



## Статуса на страна член на CERN дава възможност на българи

- да работят в CERN и да дадът своя принос в изследователските дейности на CERN
  - Служители на CERN - физици, инженери, софтуерни специалисти, и т.н.
  - Участници по проекти изпратени от български университети и научни институти
- да участват в програми за обучение

## Статистика за 2014\*

- Общо – 99
  - Служители на ЦЕРН - 13
  - Студенти – 2
  - Служители на външни институти – 77

\* [Статистика на служителите на ЦЕРН - 2014](#)





# Обобщение..

## С какво се занимава ЦЕРН?

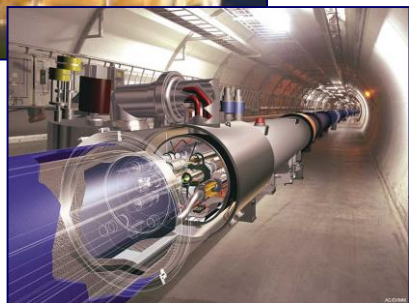


- **Търси отговори на фундаментални въпроси за Вселената**
- **Разширява предела на технологиите**
- **Подготвя утрешните учени**
- **Обединява нации чрез наука**

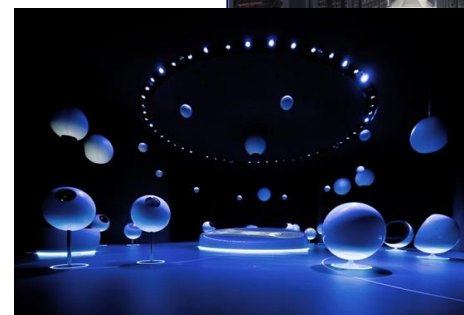
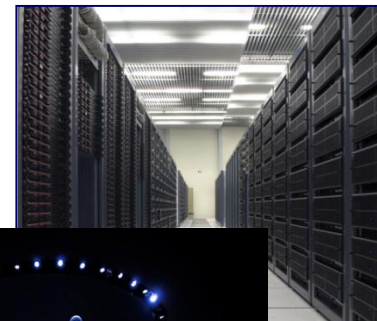




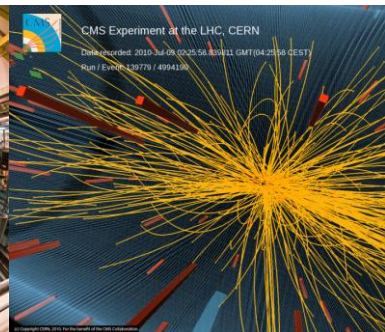
# Благодаря ви!



## Въпроси?



Ivan.Glushkov@cern.ch



CMS Experiment at the LHC, CERN  
Data recorded: 2010-Jul-09 00:23:56.800111 GMT (04:25:58 CEST)  
Run / Event: 29779 / 4994189

- [Страните основателки на ЦЕРН](#)
- [Статистика на персонала в ЦЕРН за 2014](#)
- [Официален бюджет на ЦЕРН за 2014](#)
- [Страни-членки на ЦЕРН](#)
- [Наблюдатели на ЦЕРН](#)
- Хигс Бозон
  - [Какво е Хигс бозон: TED-Ed видео](#)
  - [Официална страница на ЦЕРН за Хигс бозона](#)
  - [Обявяване на “Нобелова награда” по физика за 2013](#)
- Новини
  - Пентакварки ([официално съобщение на ЦЕРН](#), [статията в arXiv](#))
  - $V_s^0 \rightarrow \mu\mu$  ([официално съобщение на ЦЕРН](#), [статията в Nature](#))
- Иновации и технологии
  - [Touch screen](#) , [Статия в “CERN Currier”](#)
  - Ракова терапия
    - [Линейни ускорители за протони](#)
  - [Списък с технологии разработени в ЦЕРН които могат да бъдат ползвани от индустрията](#)
  - [Използване на въглеродни йони за третиране на ракови образувания](#)
- GRID
  - [GRID технологии и тяхното приложение в ЦЕРН](#) – Българска учителска програма за инженери, 2014, ЦЕРН
  - [Анимиран GRID](#)