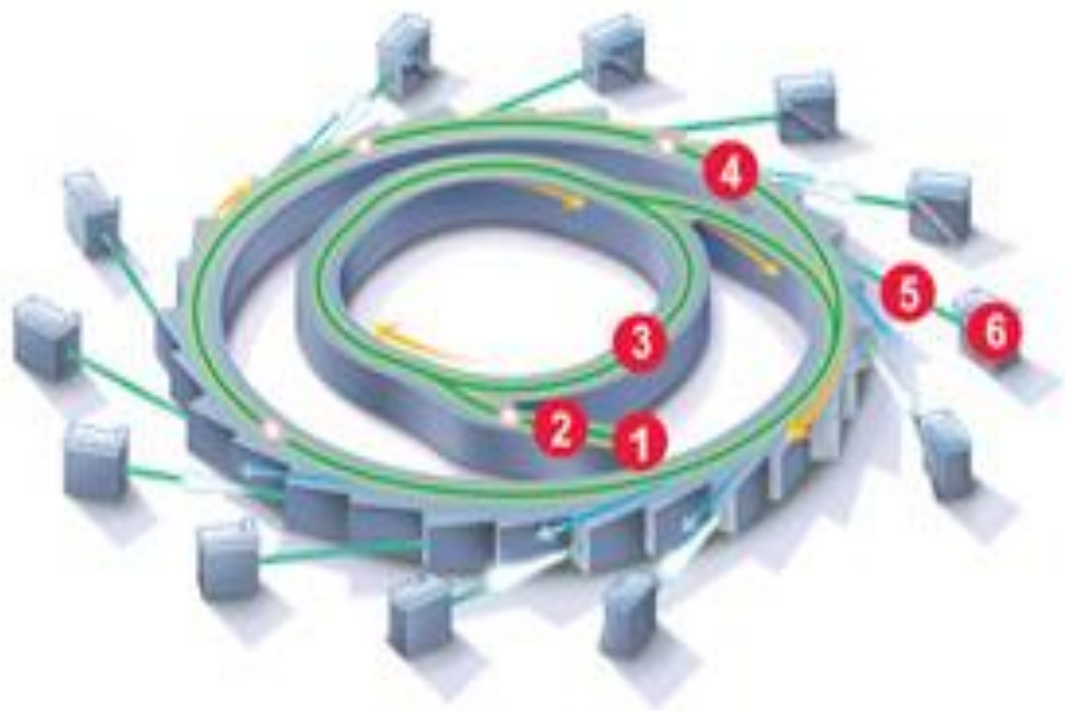


Hyrje e shkurtër në përshpejtuesit e grimcave dhe fizikën e grimcave

Gazmend Nafezi
PTMC
12 Shkurt, 2024
Tetovë



Çka do të thotë të studioni grimcat elementare

Kjo do të thotë që ju dëshironi t'u përgjigjeni pyetjes:

Nëse vazhdoni t'i prishni gjërat, cila është pjesa më e vogël që mund të arrini?

Në realitet nuk e dijmë, akoma skemi mbaruar thyerjen e grimcave...

Ose pyetjes:

A ka një univers tjetër ku mund të shkoj për t'u larguar nga detyrat e shtëpisë?

kam frikë se jo.. më fal....

Çka dijmë për botën?

- Sa “grimca” të pathyeshme mund të jenë?

Ne mendojmë 12, megjithatë ne ende jemi duke kërkuar për disa që mungojnë

Dhe sa forca kemi në natyrë?

Graviteti

Electriciteti dhe magnetizmi

Forca e fortë, për ti mbajtur atomet bashkë

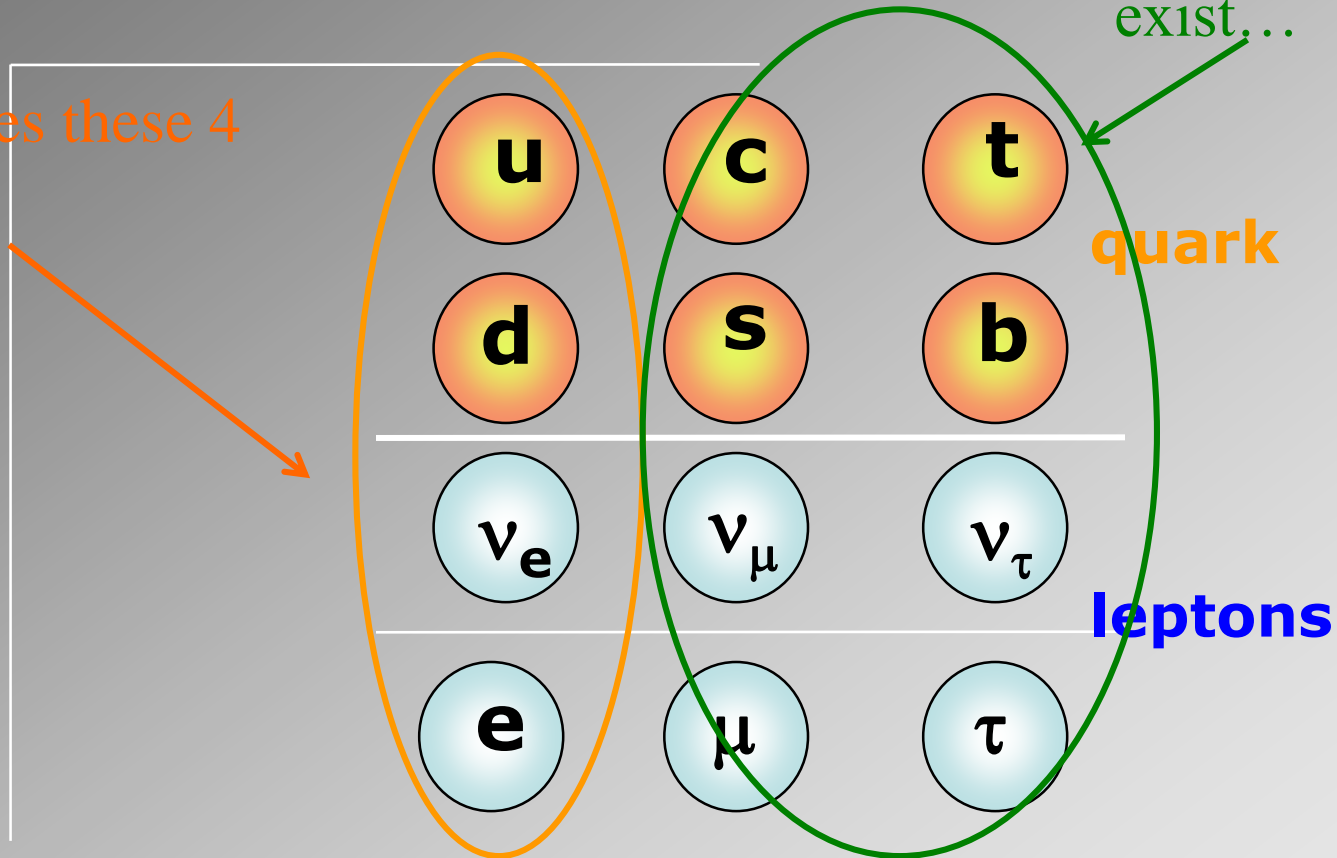
Forca e dobët, përgjegjëse për zberthimin e grimcave

Kështu që, ndoshta janë vetëm 4 forca, por ndoshta 5 apo 6...

Nëse jeni kurioz, këto janë 12 grimcat fundamentale

Problem:

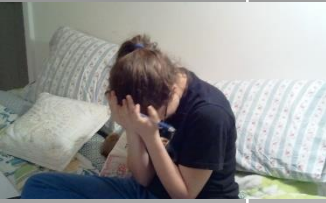
Nature uses these 4
particles



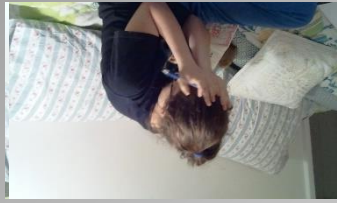
A është e vërtetë se anti-materja ekziston?

??!! Secila grimcë duhet të ketë edhe antigrimcën përkatëse....

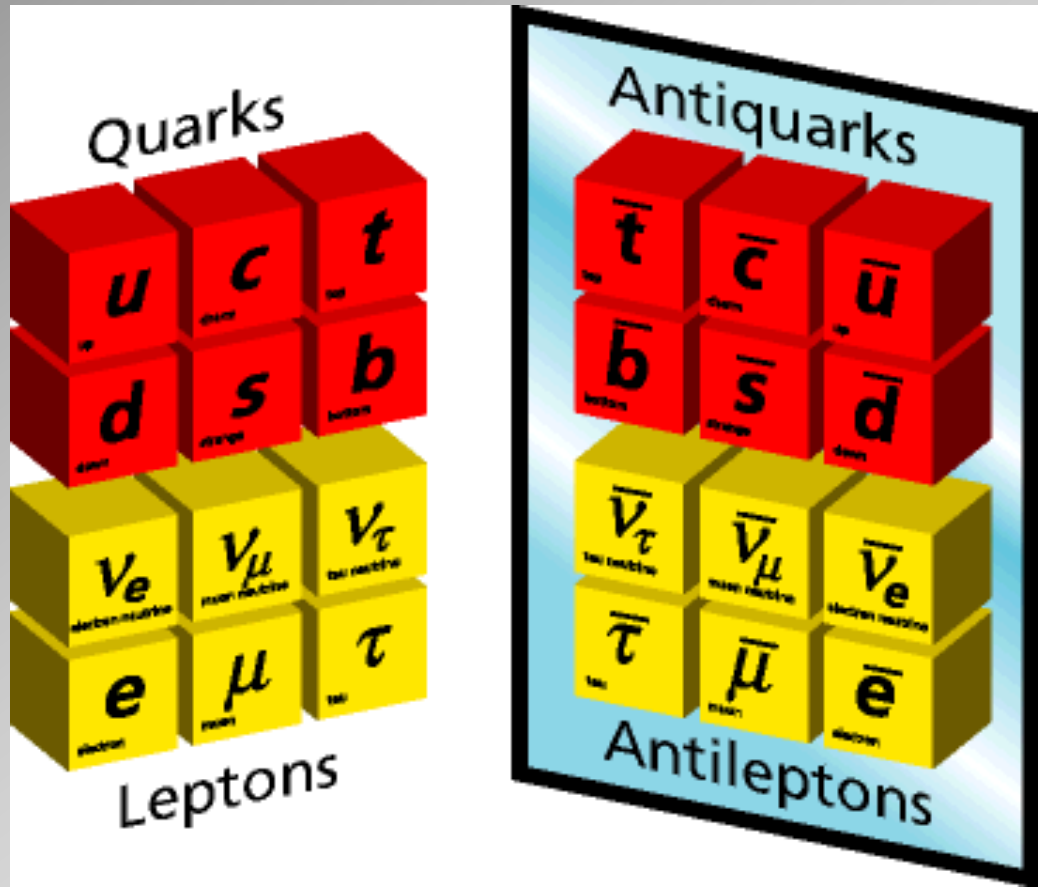
Meqënëse çdo grimcë ka “motrën e përmbysur binjake” me veti të kundërta, a mund të zgjerohet kjo edhe për grimca tjera....?



Lucia



Anti-Lucia



Një problem i madh....

Një rregull në univers na tregon se gjithësia duhet të jetë e ndërtuar nga materia dhe antimateria, në mënyrë të barabartë, kështu që...

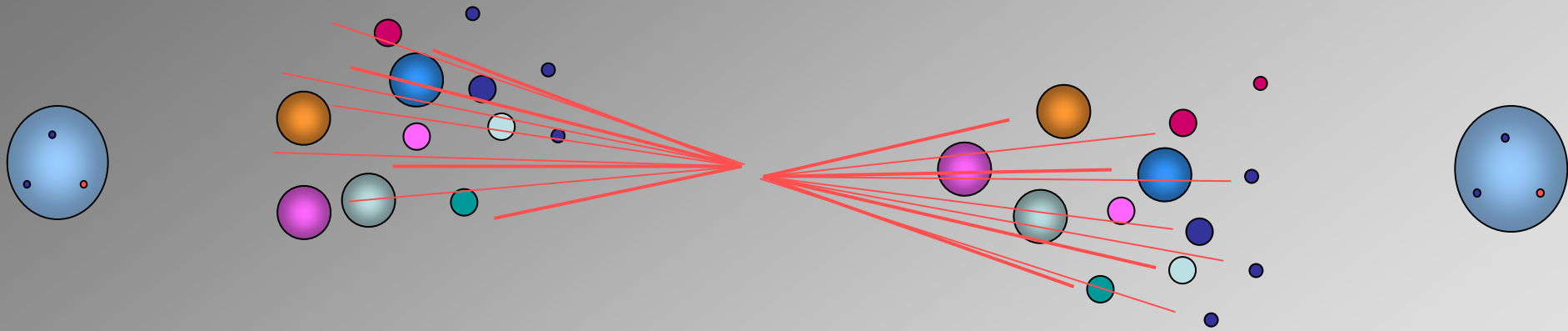
Ne nuk kemi ide ku ka shkuar antimateria. Shkurt:

Ne kemi humbur 50% të universit



Si arrijmë të ndërtojmë grimca të reja?

Duke përdorur një **akselerator**, ju përshpejtoni grimcat deri në shpejtësi të dritës, pastaj i godisni fort ato me njëra tjetrën



This is my job: I break-up particles and I look at what is produced in the collision.

Sa i madh është një akselerator i grimcave?

Ju keni disa akseleratorë të vegjël në shtëpi:

- Lampat e vjetra elektrike: elektronet fluturojnë nga filamenti në xham
- TV juaj i vjetër (jo flat screen): elektronet nga katoda godasin ekranin
- Çdo herë kur e dhezim dritën, ne prodhojmë shumë grimca të quajtura “fotone”

AkSeLeratoRët

small, Medium, Large, Extra Large, and Huge.

Mund të jenë disa km të gjatë, dhe makinat më komplekse të ndërtuara ndonjëherë.

Më i famshmi **LHC**, në laboratorin e CERN,
Switzerland



Makina e udhëtimit në kohë

Shumë nga grimcat që fitohen në akselerator, nuk janë prezente në mënyrë natyrale.

Por këto grimca kanë ekzistuar, vetëm pak pas fillimit të universit (BIG-BANG-ut), dhe pastaj u zhdukën.

Kështu që mund të themi se në akseleratorët tonë, ne jemi duke ‘riprodhuar’ atë çfarë ndodhi menjëherë pas BIG-BANG-ut.

Sa më i madh akseleratori, aq më larg prapa në kohë do të arrin...

CERN

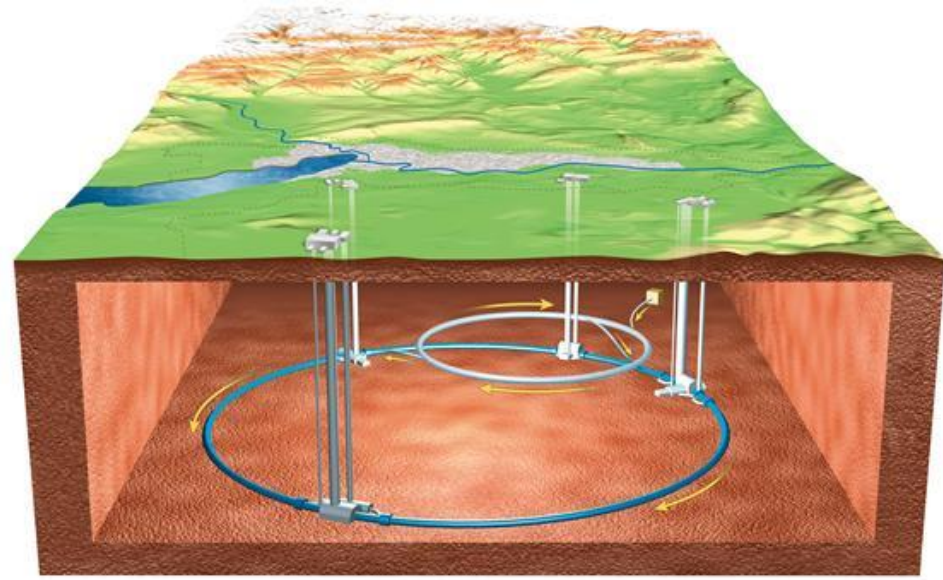


- **European Organization for Nuclear Research**
- **World's largest particle physics laboratory**
- **Situated in the Northwest suburbs of Geneva on the Franco–Swiss border**
- **20 European member states**
- **International facility officially under neither Swiss nor French jurisdiction**
- **Birthplace of the World Wide Web (W.W.W)**

LHC @ CERN: Rruga e përshpejtimit të grimcave 27 kilometër e gjatë, 100 metër nëntokë

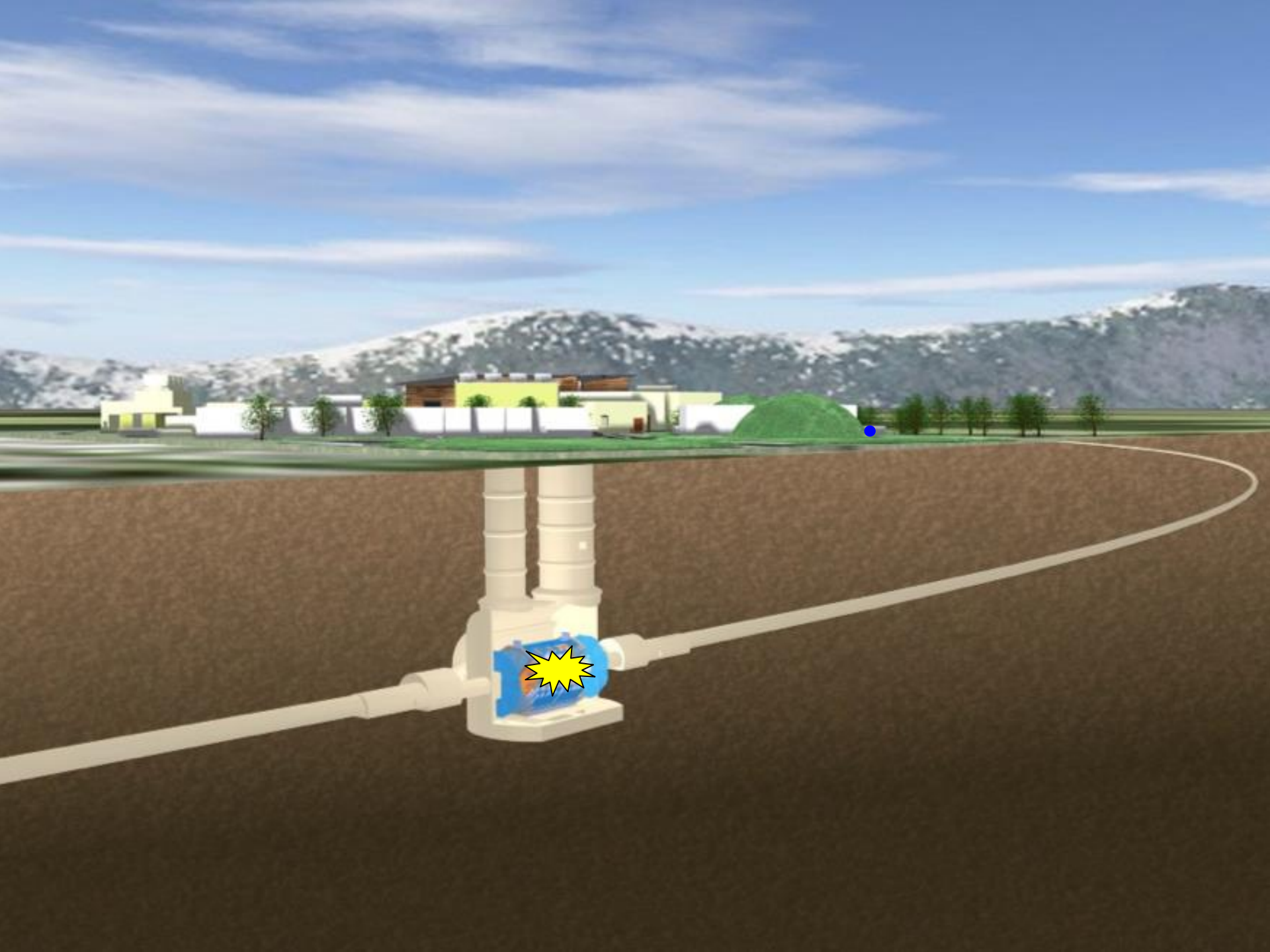


The **L**arge **H**adron **C**ollider.
Large is an understatement!
Hadrons mean protons.
Collide is what it does.



Tufa të vogla protonesh duke u goditur direkt 40 milion herë për çdo sekondë.

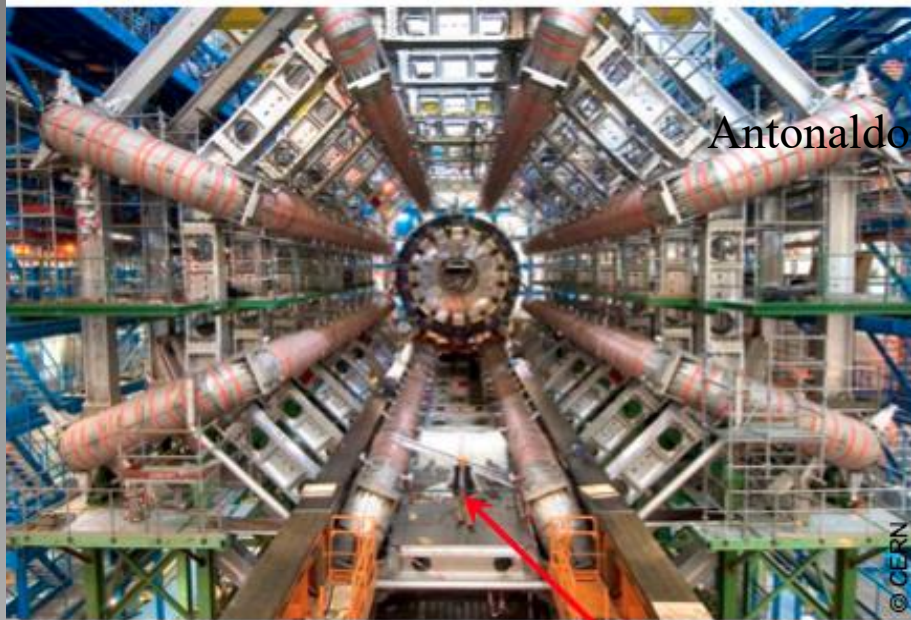
Nicolo Cartiglia -INFN Torino



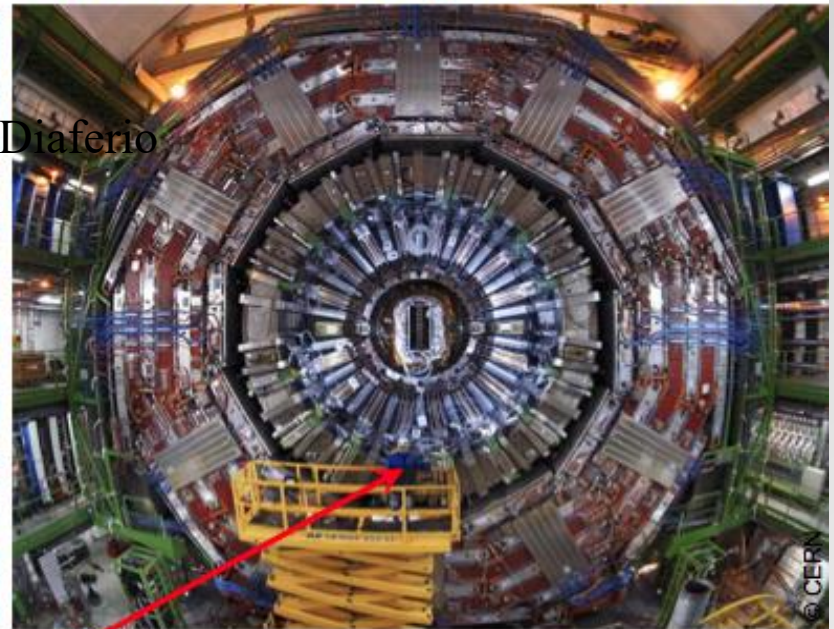
IT'S ~~LARGE~~ HUGE!

**Largest, most
complex detectors
ever built**

**Study tiniest
particles with
incredible precision**



Antonaldo Diaferio



(people)

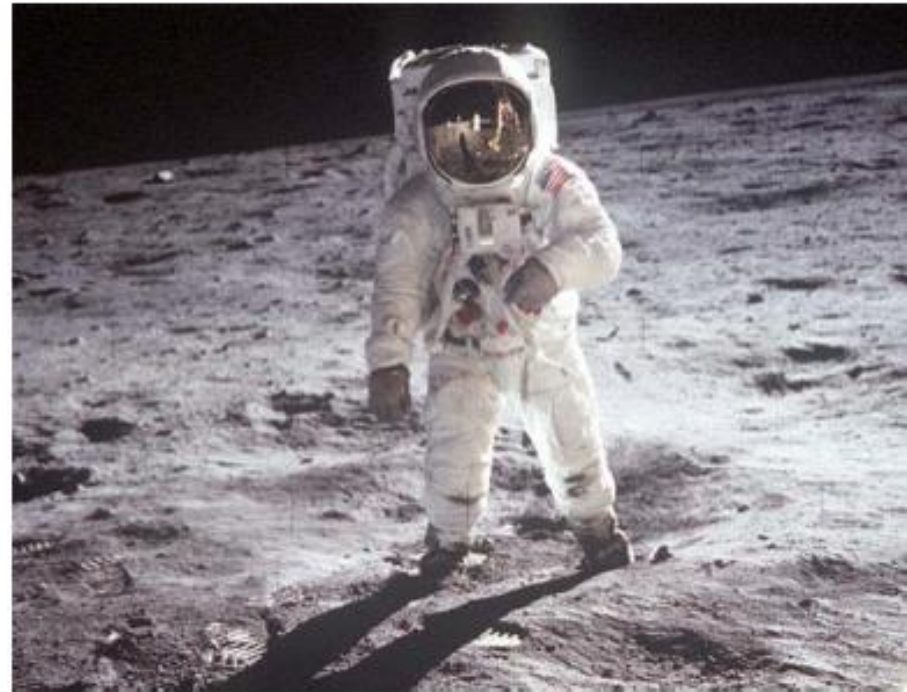
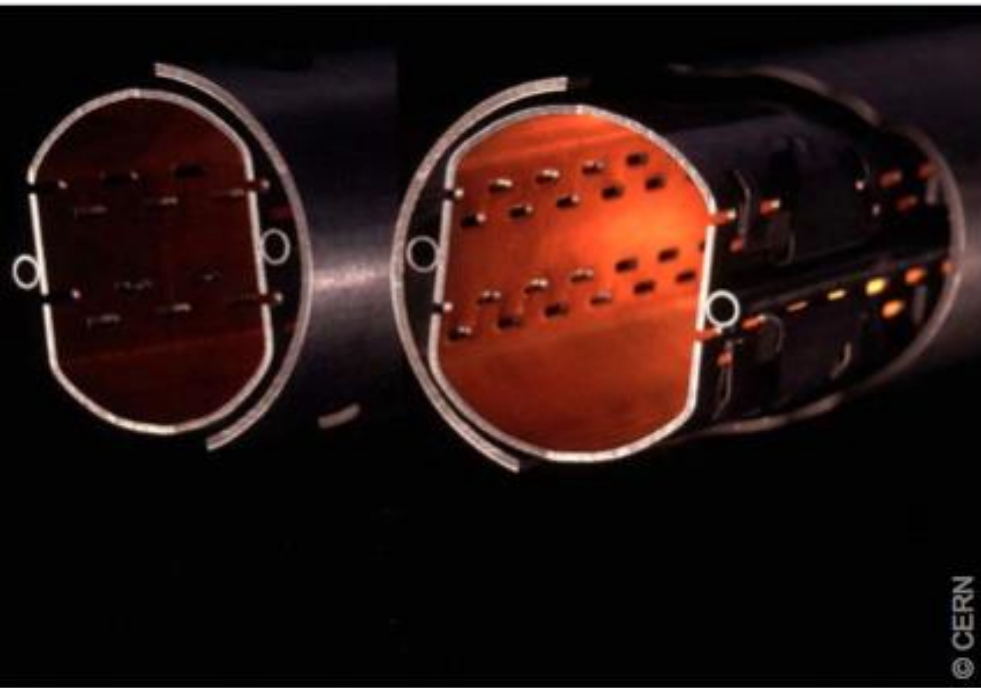
IT'S COLD!

16 miles of magnets and connections are kept colder than outer space, using over 100 tons of liquid helium.



IT'S EMPTY!

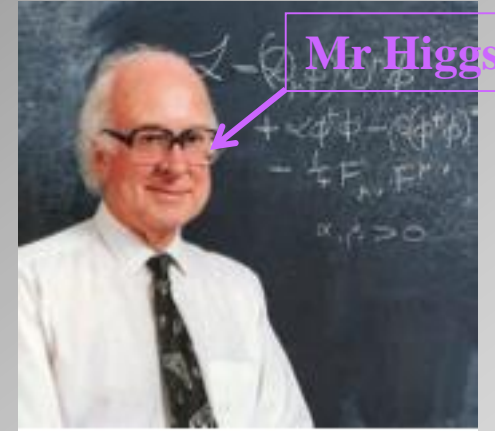
Air pressure inside the two 16-mile-long vacuum pipes is lower than on the moon.



Çka është synuar të gjendet në LHC?

Në mesin e shumë grimcave që është synuar të gjenden, një ishte me rëndësi të veçantë:

The HIGGS particle



apo bozoni i Higgs u zbulua 50 vjet pasi u propozua për herë të parë, nga bashkëpunimet ATLAS dhe CMS në CERN në 2012.

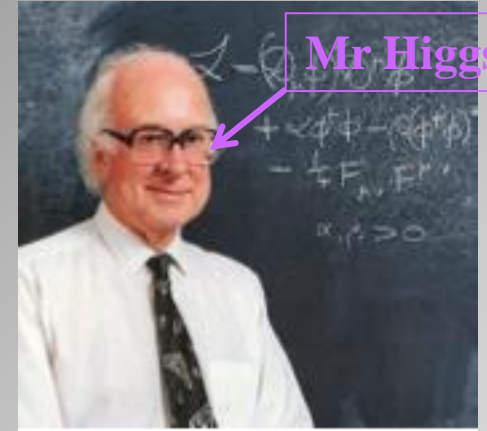
Por pse u desh kaq shumë kohë për ta gjetur?

Me një masë $120 >$ protonit, bozoni i Higgs është grimca e dytë më e rëndë e njohur deri më sot.

Çka është synuar të gjendet në LHC?

Në mesin e shumë grimcave që është synuar të gjenden, një ishte me rëndësi të veçantë:

The HIGGS particle



- Kjo masë e madhe, e kombinuar me një jetëgjatësi jashtëzakonisht të shkurtër (10^{-22} sekonda) do të thotë se grimca nuk mund të gjendet në natyrë
- ekzistenca e saj mund të verifikohet vetëm duke e prodhuar atë në laborator.

Kjo u bë e mundur kur CERN filloi programin e tij të përplasjes me energji të lartë në 2010 në LHC.

Ne kemi edhe shumë mistere të panjohura...

Tani që dimë shumëçka për natyrën, mund t'u qasemi problemeve më komplekse:

Le të supozojmë se BIG-BANG është fillimi i këtij universi.

Çfarë kishte më parë?

Pse filloi?

A ka universe të TJERA?

A janë vërtet vetëm 3 dimensione?

Disa teori shumë serioze sugjerojnë se dimensionet janë 11...

Problemi më i madh ndonjëherë

Më herët thamë se universi përbëhet nga 12 grimca plus pak më shumë...

Fatkeqësisht kjo nuk është e vërtetë...

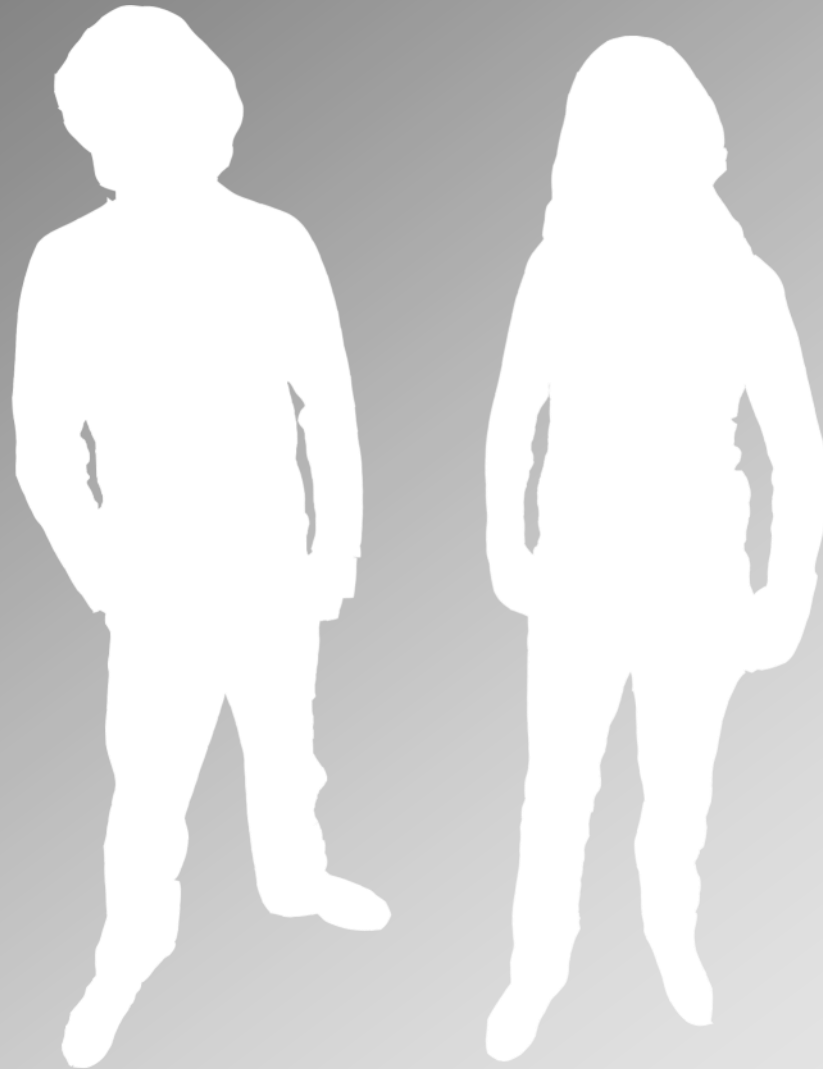
Duke shikuar forcën gravitacionale të të gjitha galaktikave, u kuptua se ne nuk mund të llogarisim në pjesën më të madhe të universit.

Ne kemi humbur 96% të universit



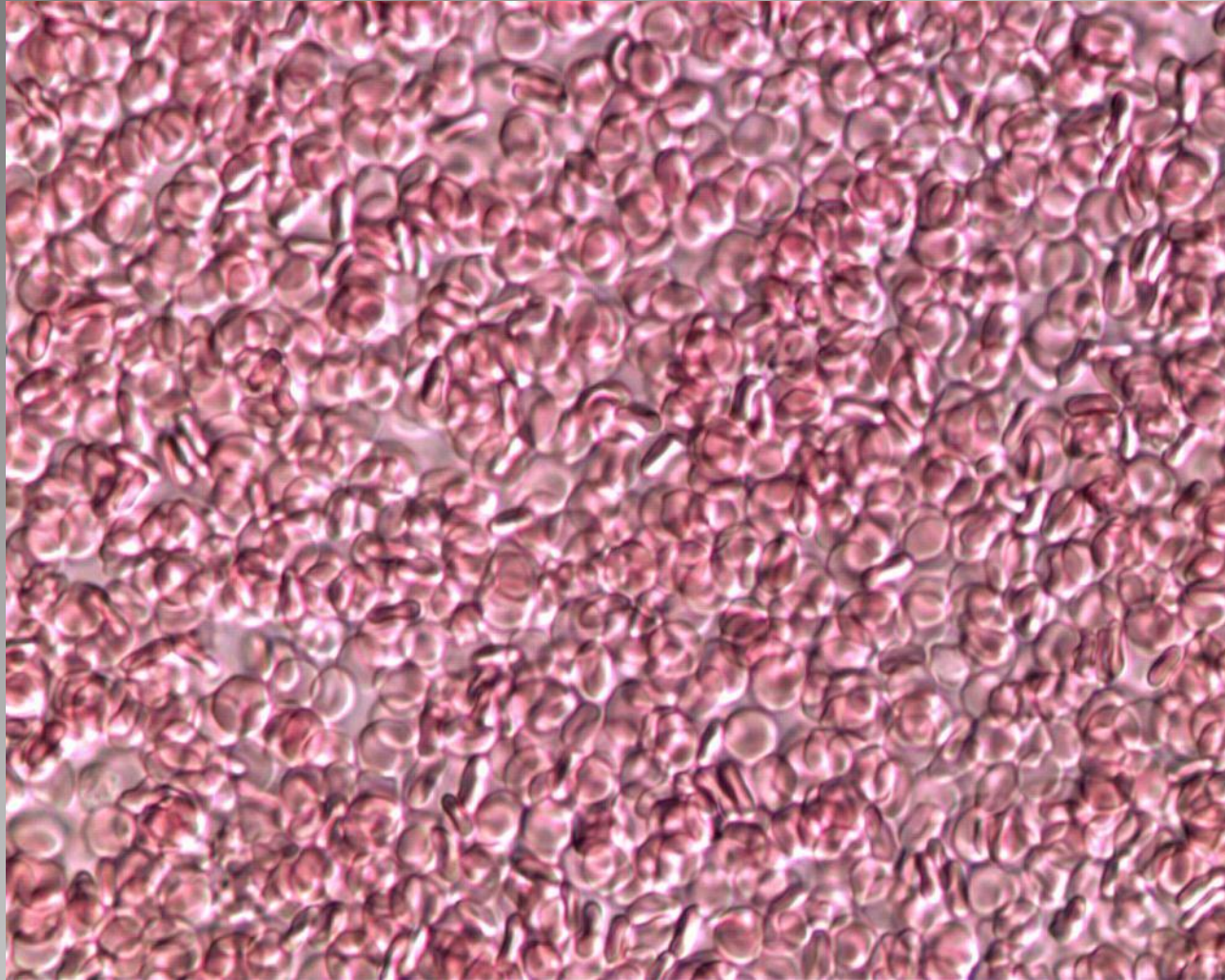
Pjesa e humbur quhet
“dark energy” dhe
“dark matter”

Human scale



Optical microscope

up to 1000×

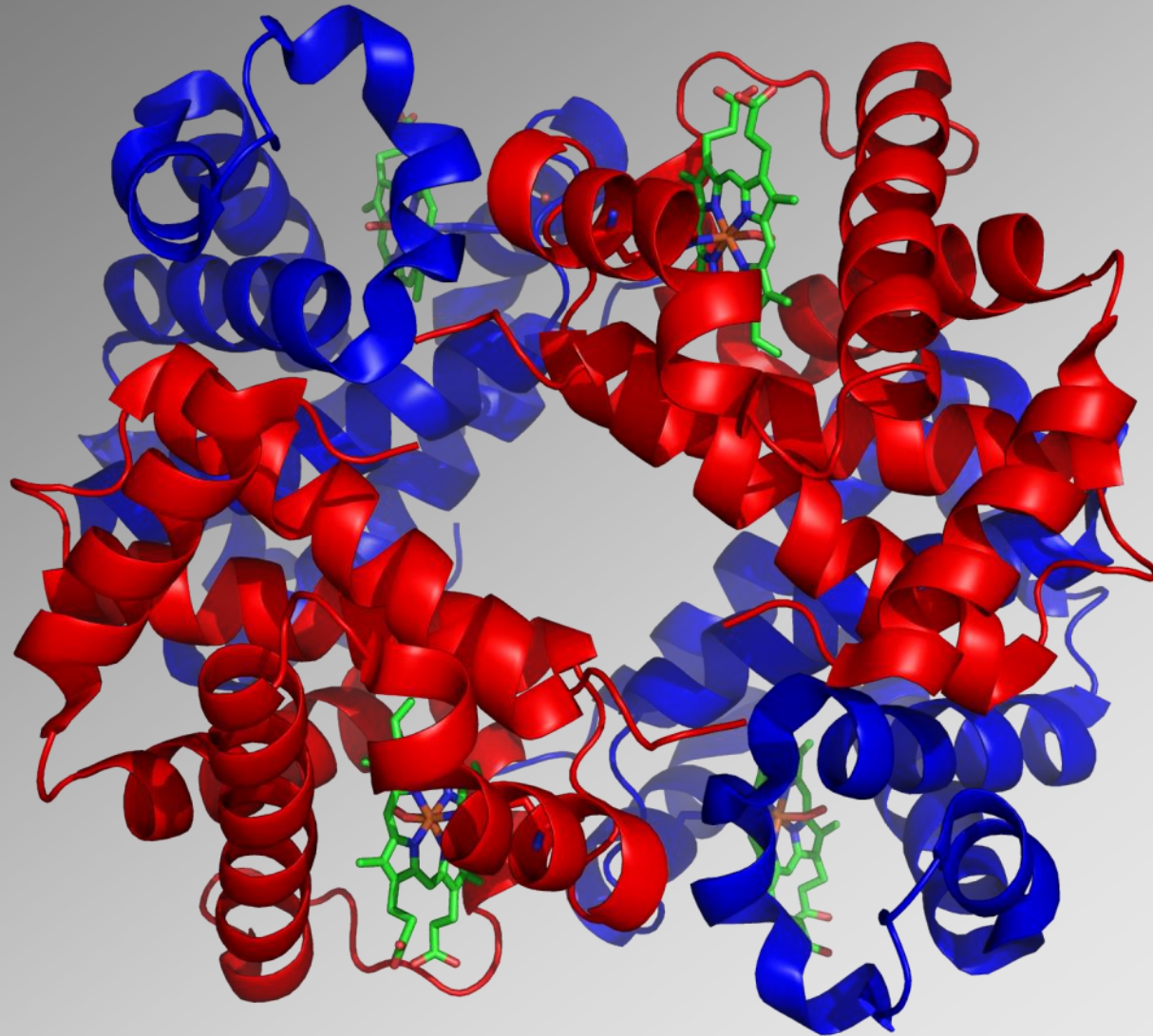


Electron microscope up to 500,000x



Wellcome Images

Particle accelerator up to 10,000,000x

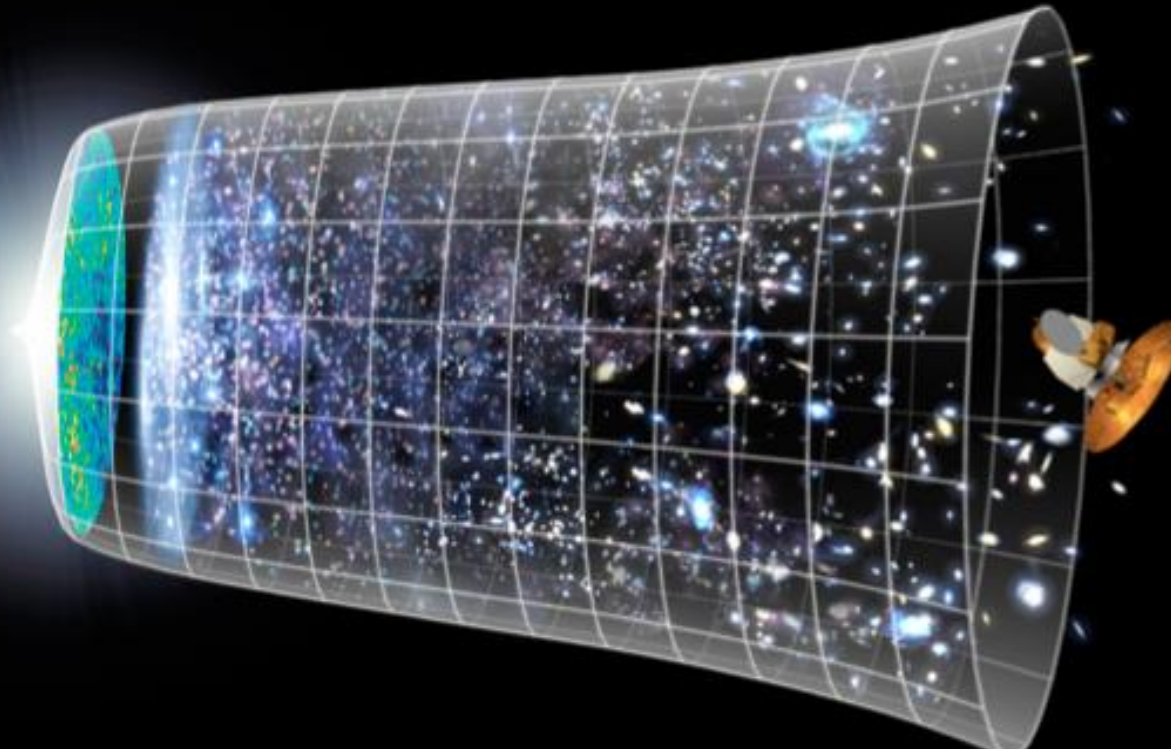


Timeline of the Universe

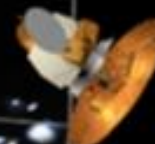
13.7 billion years



Big Bang



Today



LHC will recreate the conditions one billionth of a second after Big Bang

Çka është një akselerator?

Një akselerator është një pajisje që prodhon tufa të grimcave të ngarkuara dhe i përshpejton ato në shpejtësi apo energji të larta (më të larta se elektronet në atom apo afër shpejtësisë së dritës)



CERN

LHC injector

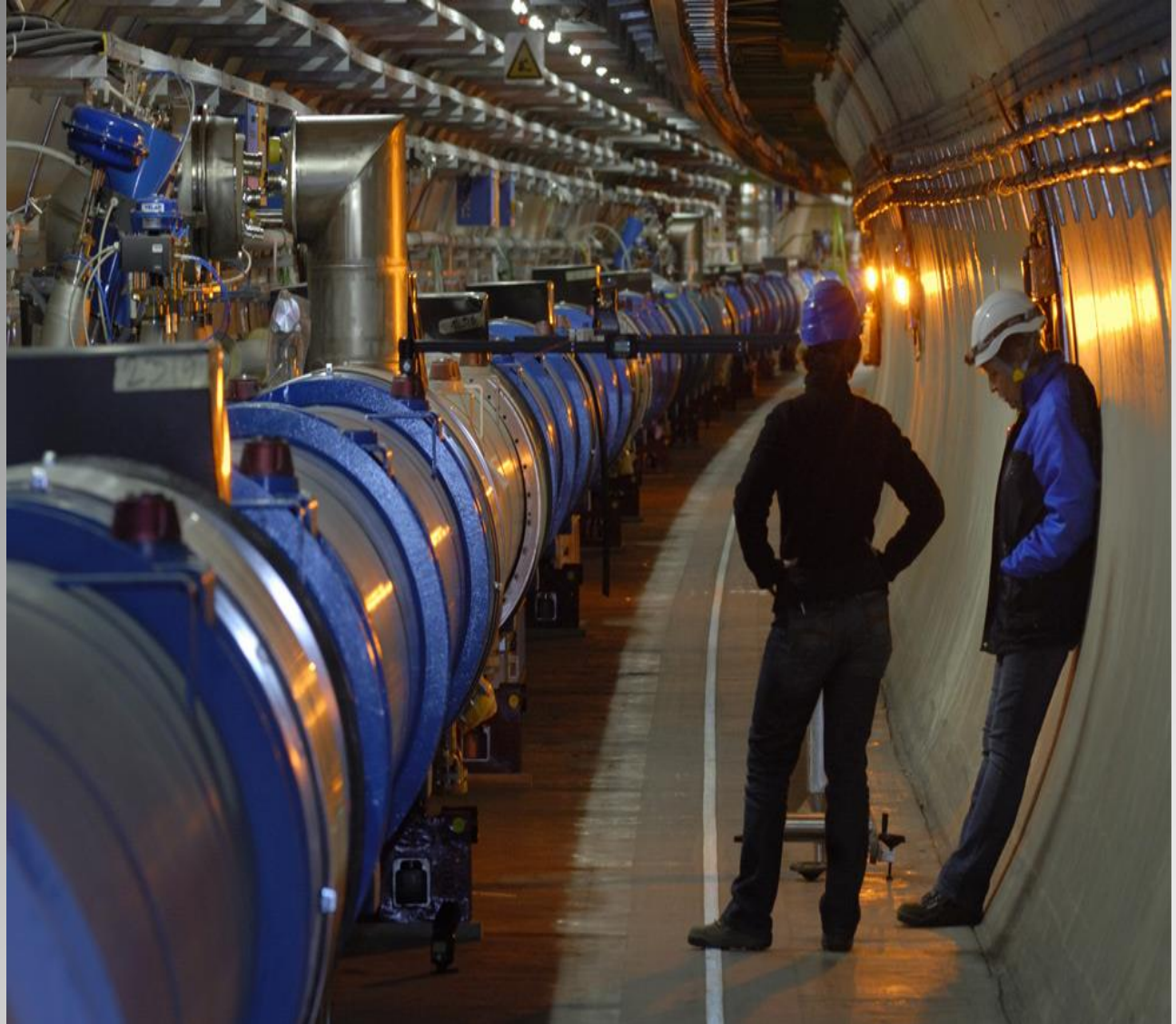
Secili akselerator duhet të ketë një burim, që gjeneron grimcat e ngarkuara, në rastin e akseleratorëve të grimcave, grimcat gjenerohen nga një injektor – topi elektronik.



Large Hadron Collider

Fusha
elektrike e cila
bën
përshpejtimin
e grimcave

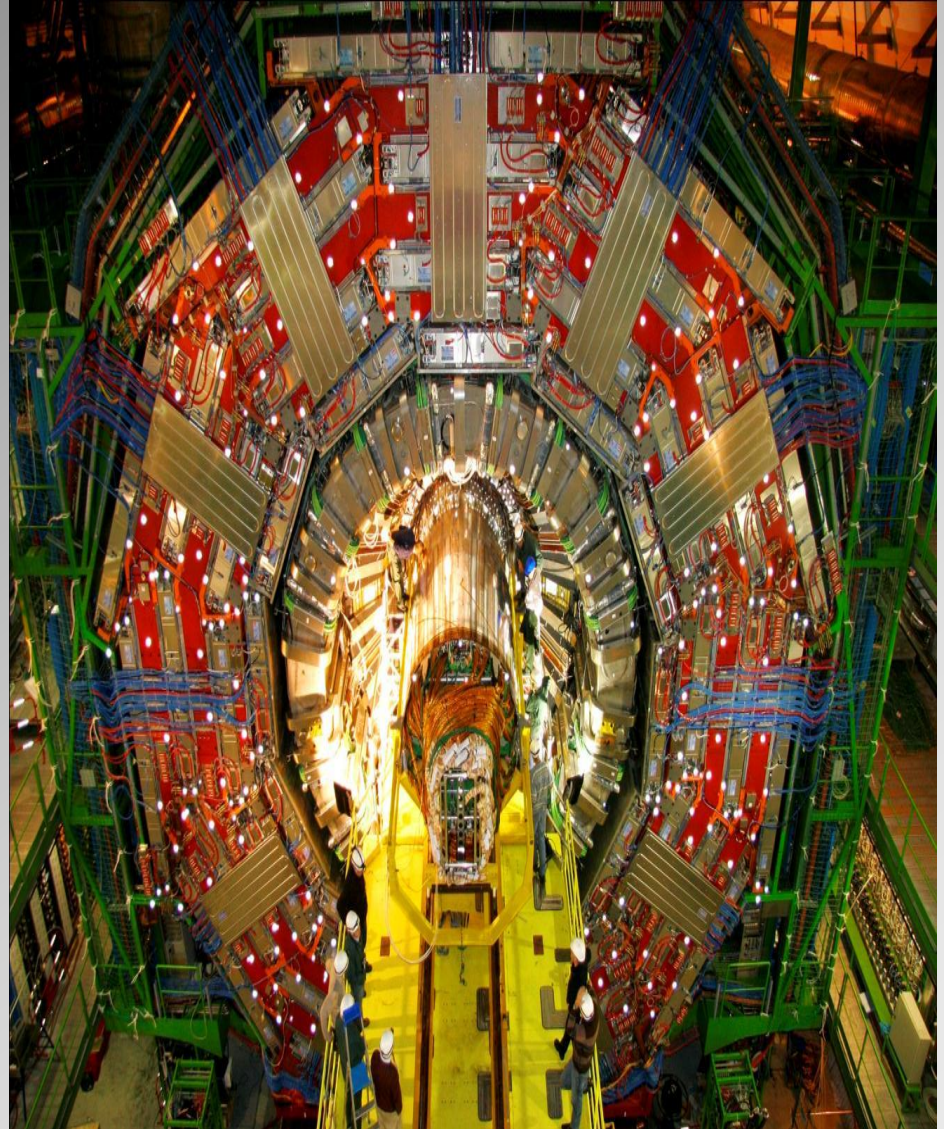
Dhe fushën
magnetike për
të kontrolluar
rrugën e
grimcave.



Large Hadron Collider

Tufat lëvizin përmes një gypi të vakumuar metalik

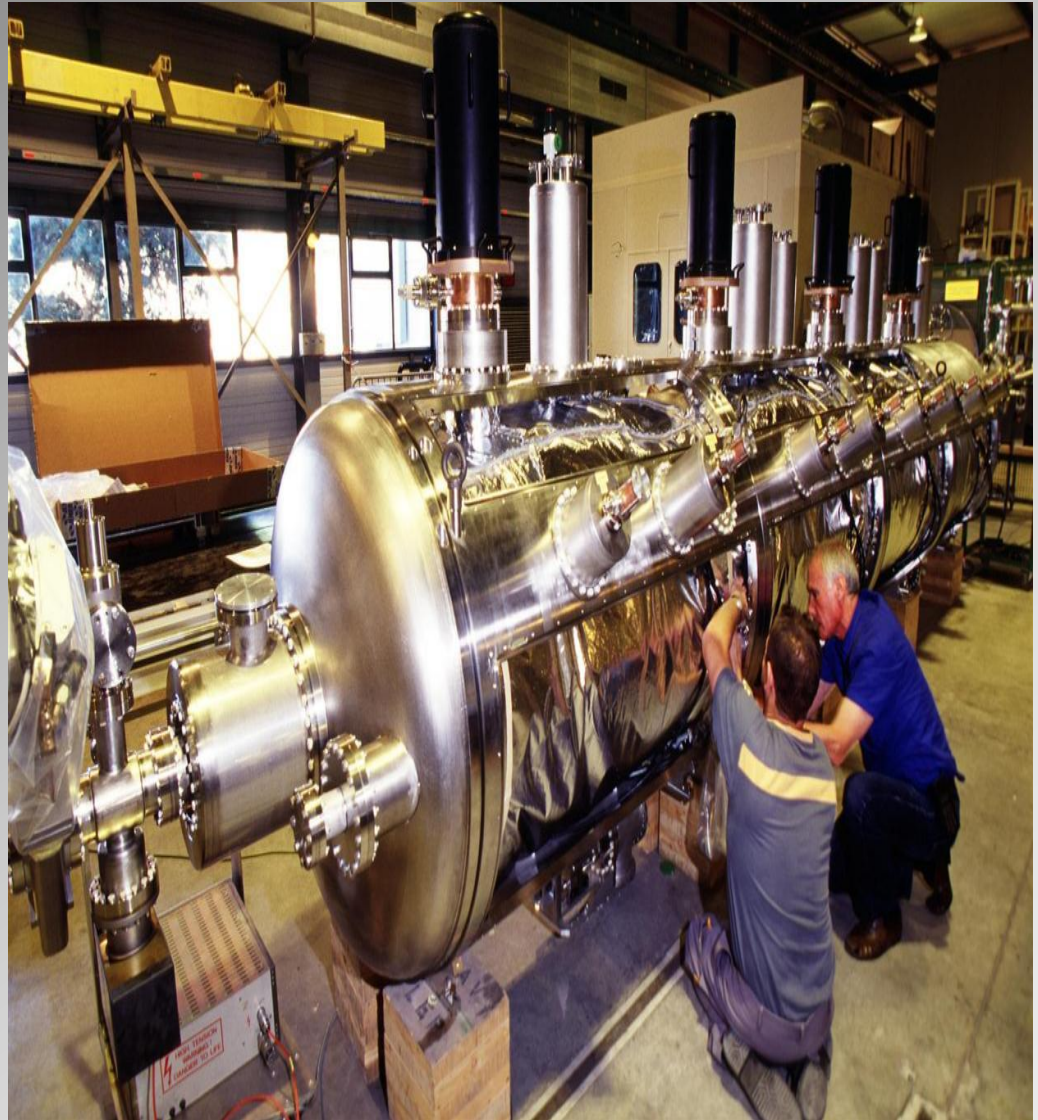
Elektromegagnetët e orientojnë dhe fokusojnë tufën e grimcave, përderisa ajo lëviz nëpërmjet gypit të vakumuar



LHC RF cavity

Fusha elektrike e ndryshueshme me një frekuencë të caktuar, krijon radiovalë që përshpejtojnë tufat e grimcave

Në fund, secili akselerator ka detektorët, që bëjnë matjen, llogaritjen, detektimin e grimcave pasi ato të jenë përshpejtuar në tubin e vakumuar.



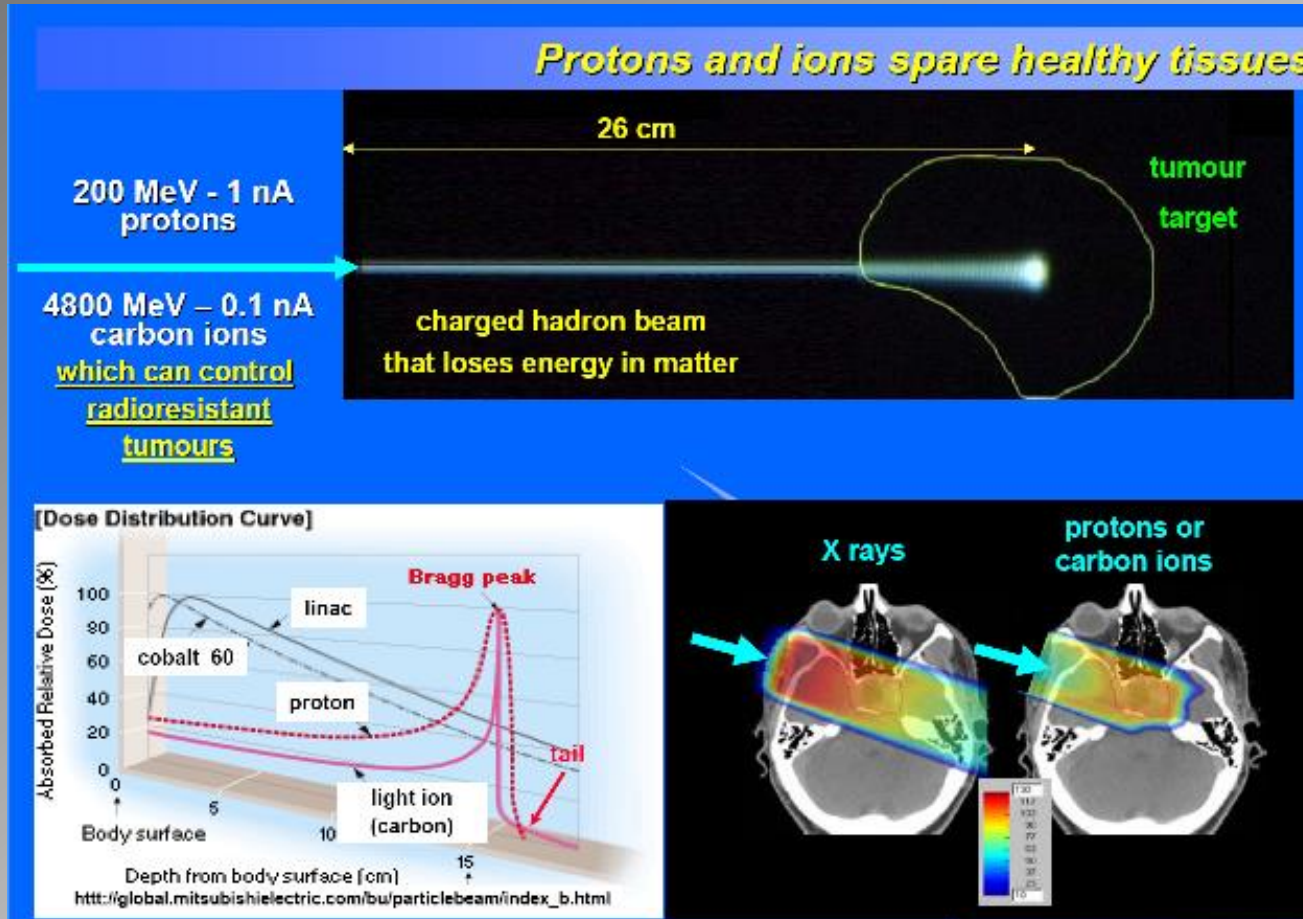
Akseleratorë të tjerë

- Historikisht: ideja kryesore e akseleratorëve ishte goditja e grimcave për eksperimente me energjit të lartë në fizikë.

Sot, llogaritet të jenë mbi **17 000 akseleratorë të grimcave në Botë**, vetëm një pjesë e vogël përdoren në HEP

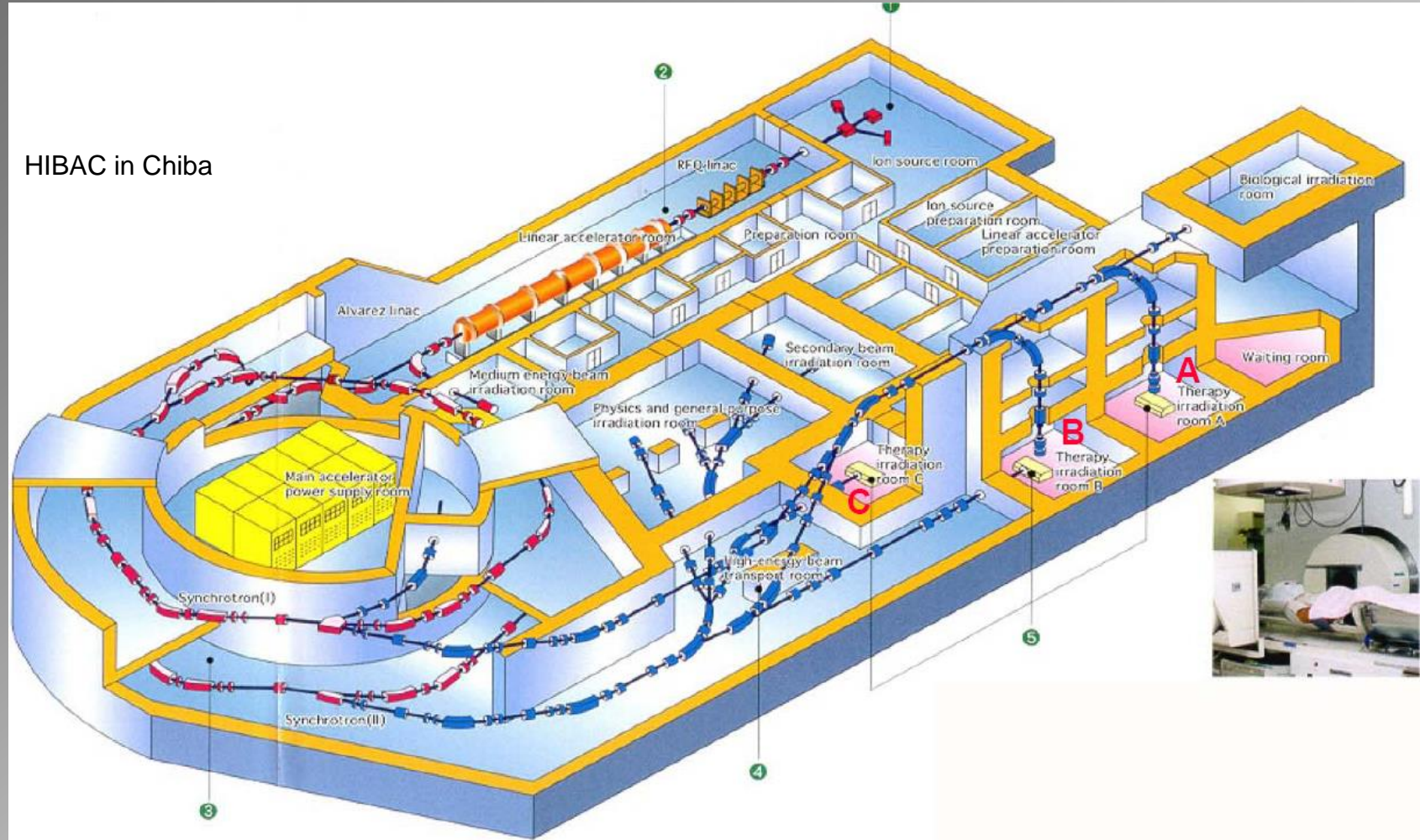
- Mbi gjysma e tyre përdoren në mjekësi
- Fizika e akseleratorëve: një disiplinë e veçantë, çdo ditë në zhvillim
- Disa shembuj:

Avantazhet e proton/ion-terapisë



(Slide borrowed from U. Amaldi)

Qendra e akseleratorëve për terapi me protone

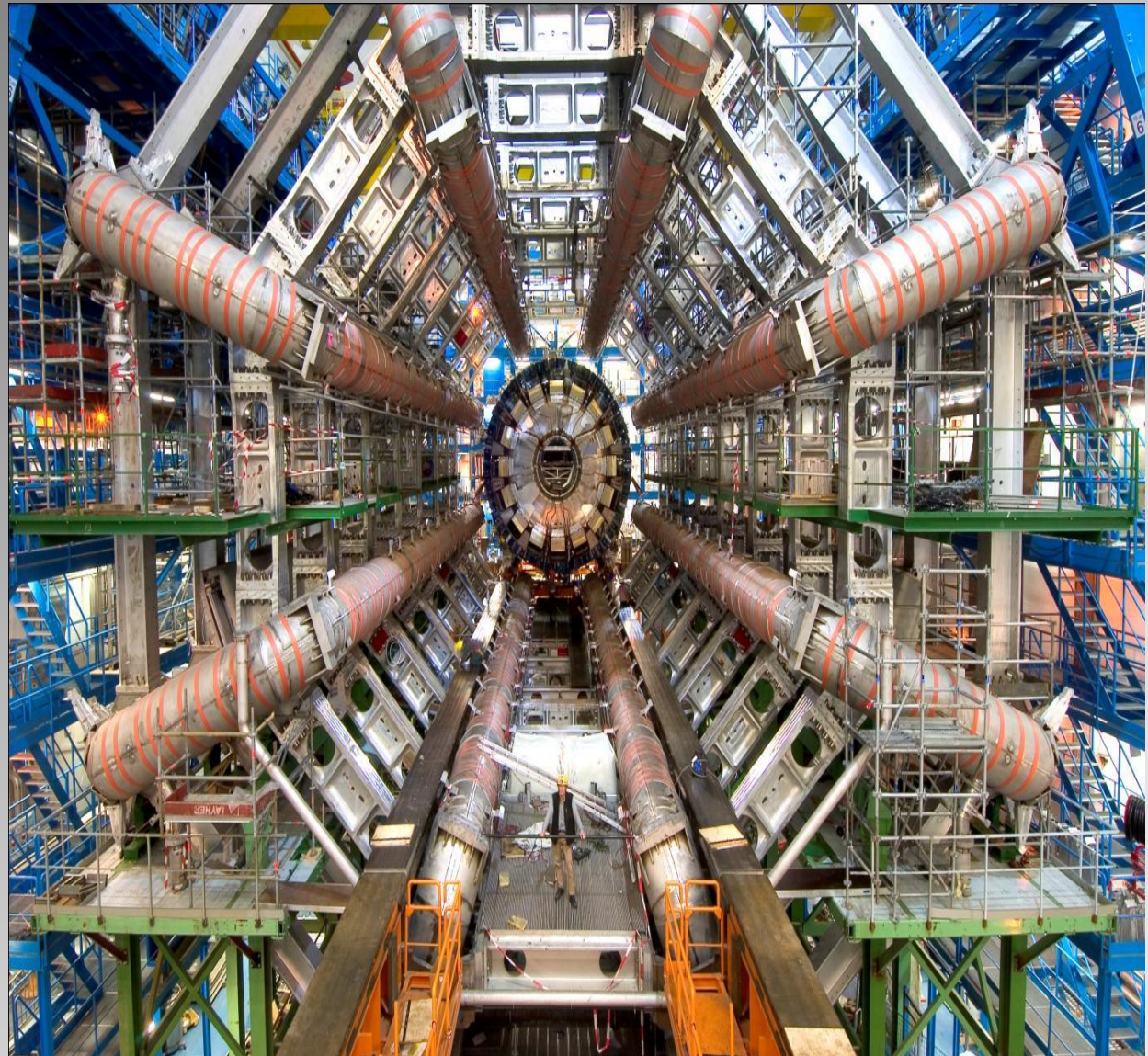


(Slide borrowed from U. Amaldi)

Çka është e gjithë kjo?
Ndiqe në ligjeratë... :)

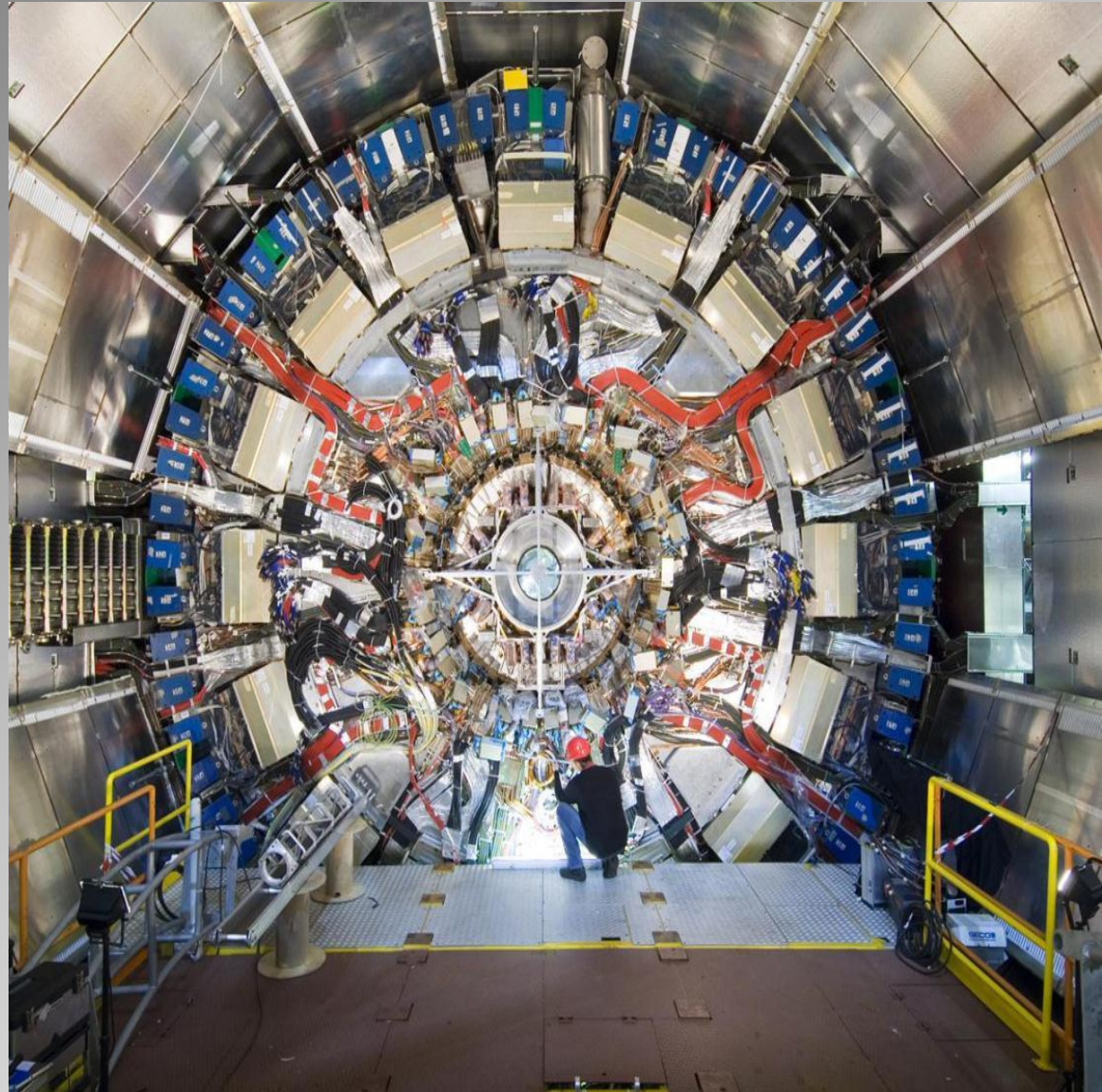
ATLAS detector

ATLAS është një nga dy detektorët kryesor në LHC për hulumtime të gjera në fizikën e grimcave, nga bozoni i Higgs e deri tek dimensionet tjera dhe grimcat që mund të ndërtojnë “dark matter”.



ATLAS detector

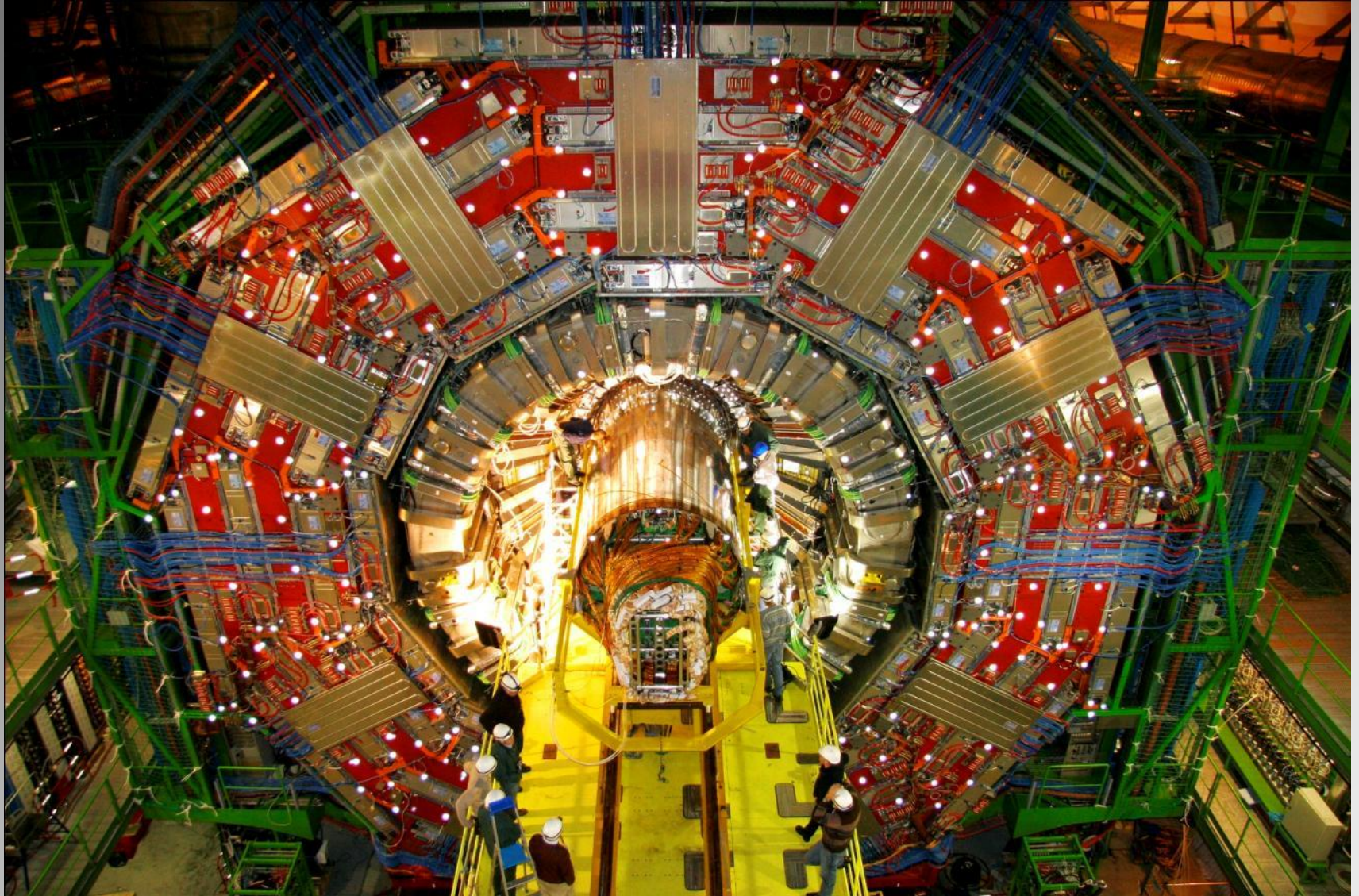
Gati për të njëjtat qëllime përdoret edhe CMS, përveç se përdor teknika të ndryshme dhe dizajn tjetër të magnetëve.



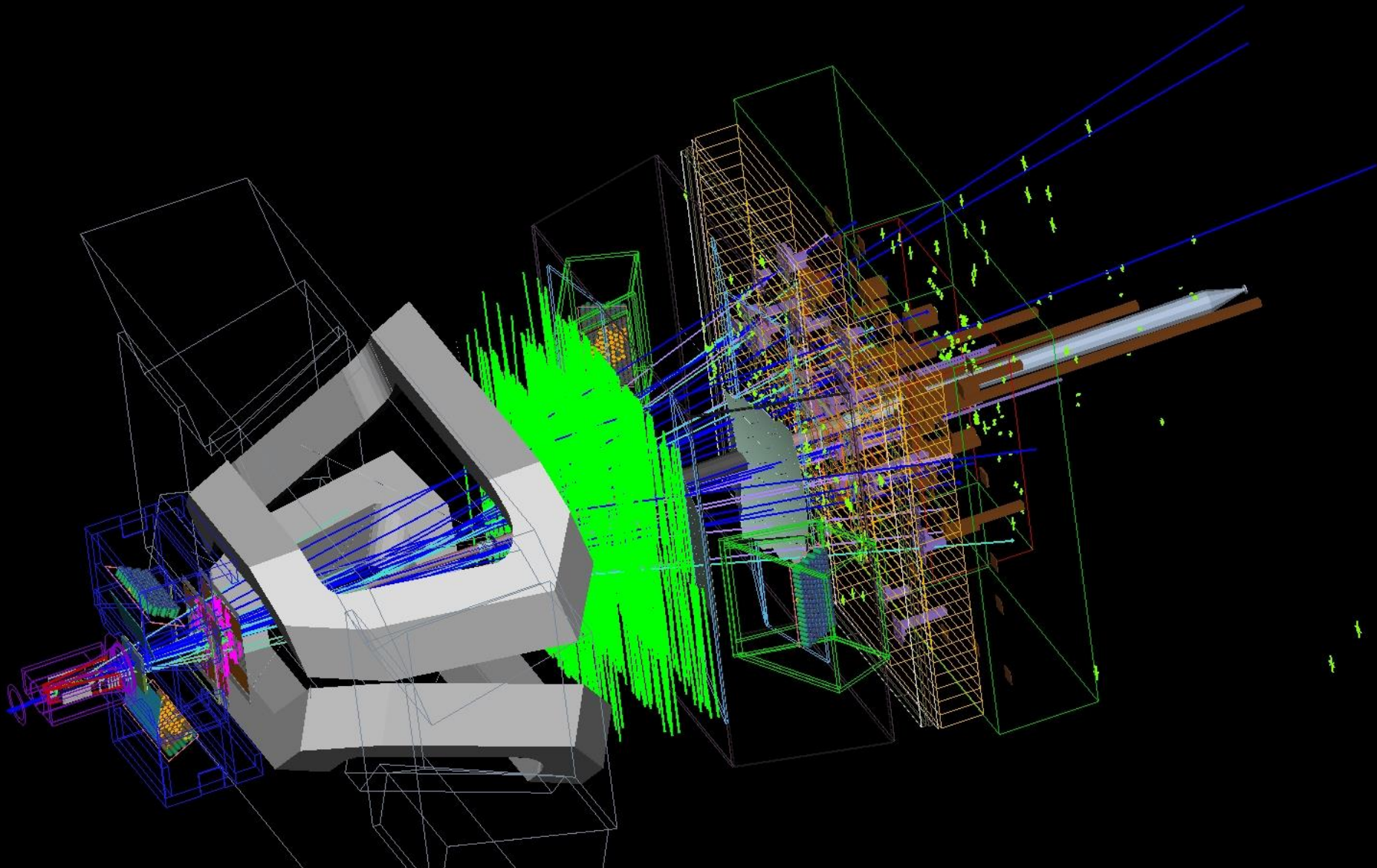
LHC computers



Large Hadron Collider: CMS



Large Hadron Collider: LHCb



Video

<https://www.britannica.com/technology/particle-accelerator>

Kompleksi Fermilab

5 akseleratorë në kompleks për të rritur energjinë në mënyrë suksesive.

Linac
Booster
Antiproton Accumulator

Antiproton production target

Main Injector



Chicago

CDF

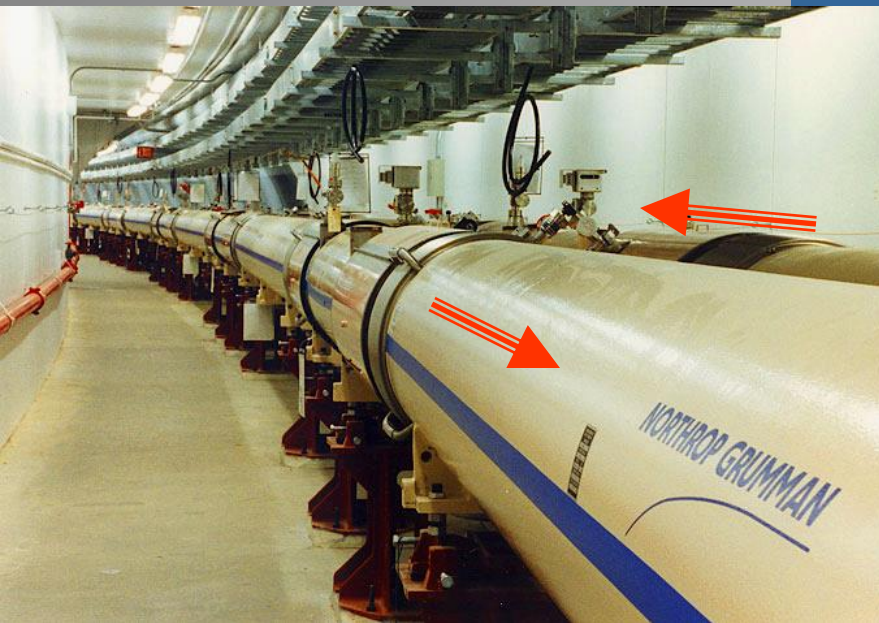
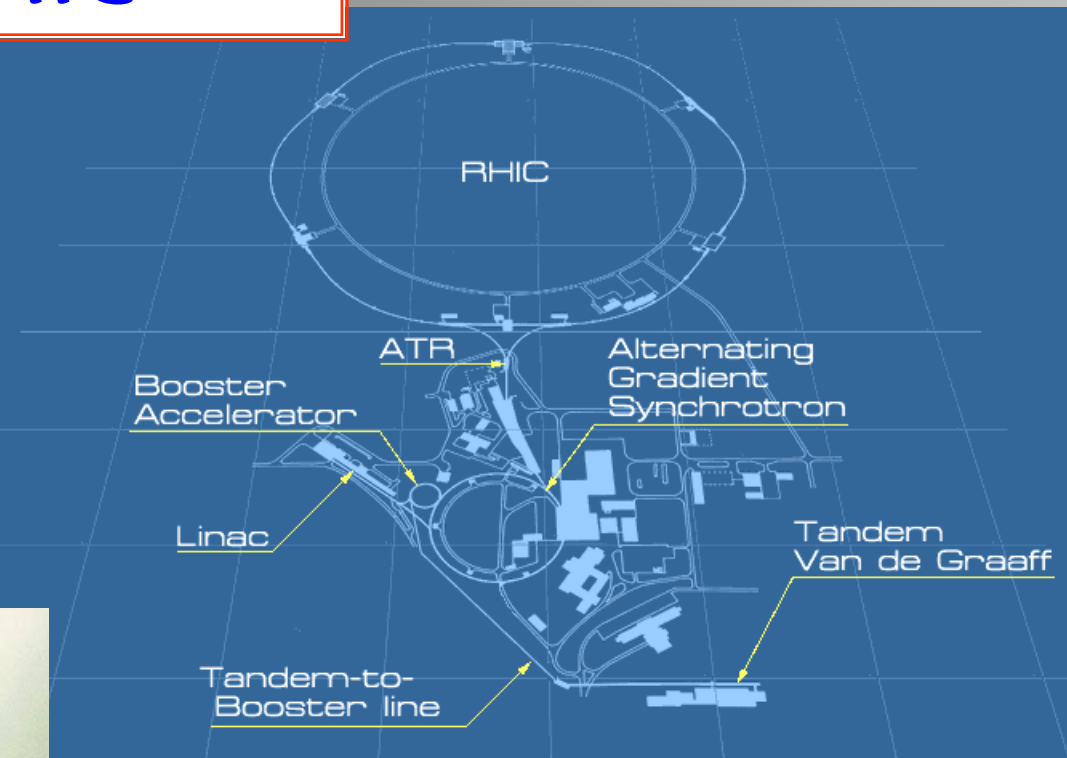
DØ

1.3 miles

Tevatron

Kompleksi BNL RHIC

Përrshpejton bërthamat (p.sh. Au). Dy tufat janë të ngarkuara pozitivisht, kështu që nevojiten dy unaza magnetike meqënëse drejtimet e tufave janë opozitare.



rf accelerating station



Stanford Linear Accelerator Center

Linac i gjatë 3 milje, duke përshpejtuar elektronet ose pozitronet deri 50 GeV, i përdorur për studime fundamentale të kuarqeve deri më 2008. Tani po konvertohet në një burim drite lazeri **me elektrone të lira**.

Linac kalon mbi ultësirat pranë Gjirit të San Franciskos, përmes të San Andreas Fault dhe I-280.

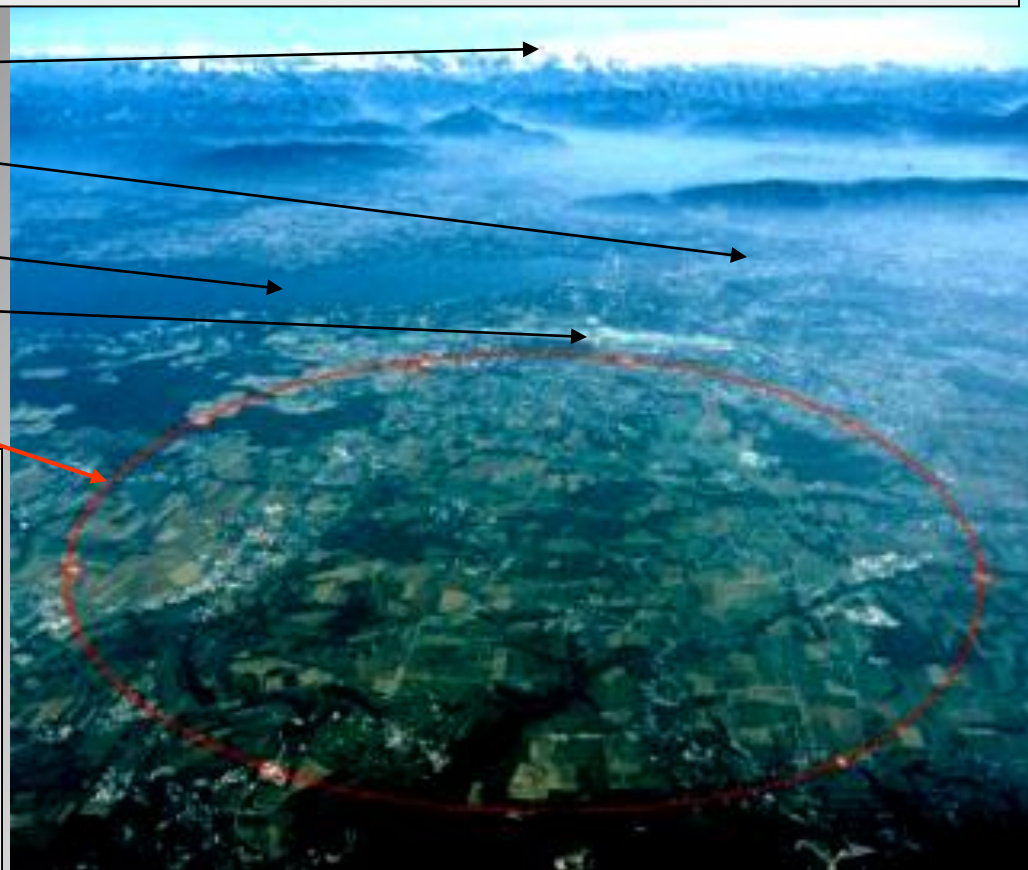


CERN dhe LHC (Large Hadron Collider)

22

Tuneli nëntokësor me diametër 5.5 milje fillimisht për të siguruar përplasësin e^+e^- LEP. Për tu përgatitur më vonë për përplasjet proton-antiproton me energji 14 TeV në LHC.

Mt. Blanc
City of Geneva
Lake Geneva
Airport
LHC

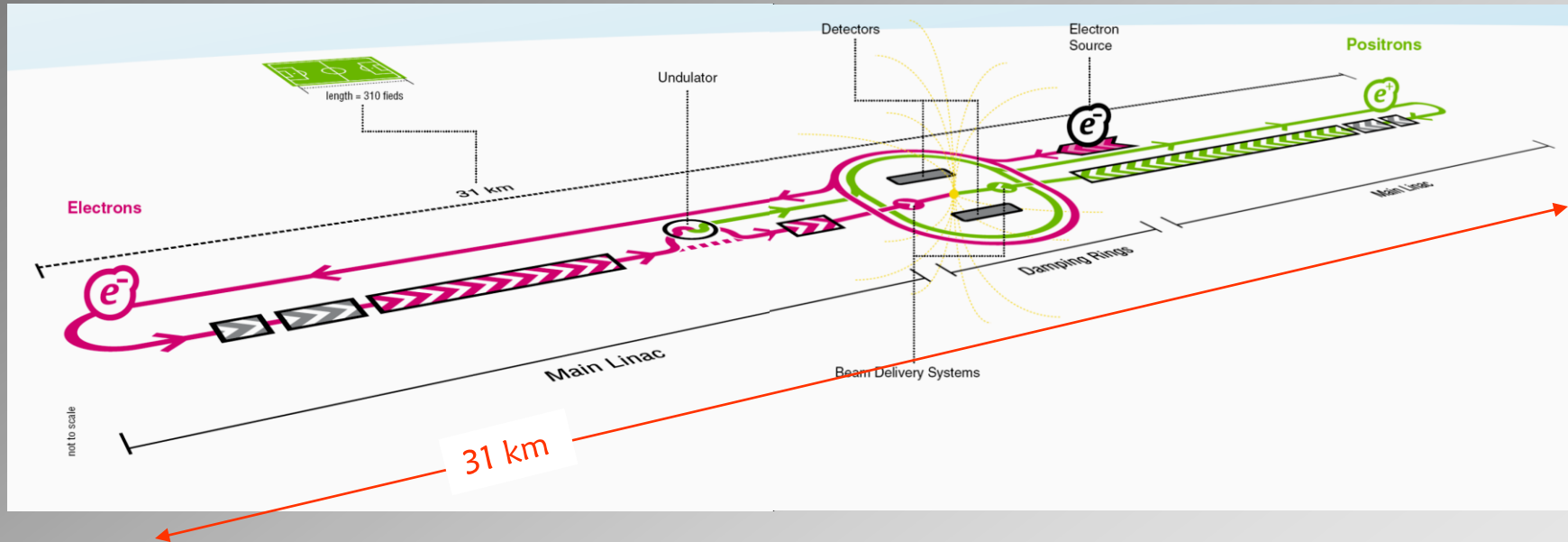


Vendndodhja e tunelit LHC është ~100m nëntokë. Energjia e krijuar në tufa është ekuivalente me një aeroplanmbajtëse që lëviz me 12 **nyje**, e mjaftueshme për të shkrirë 1 ton Cu (kujdes ku shkon tufa!!)

(LHC nuk do të ndërtoj vrime të zeza që gëlltitin Tokën!)

ILC (International Linear Collider)

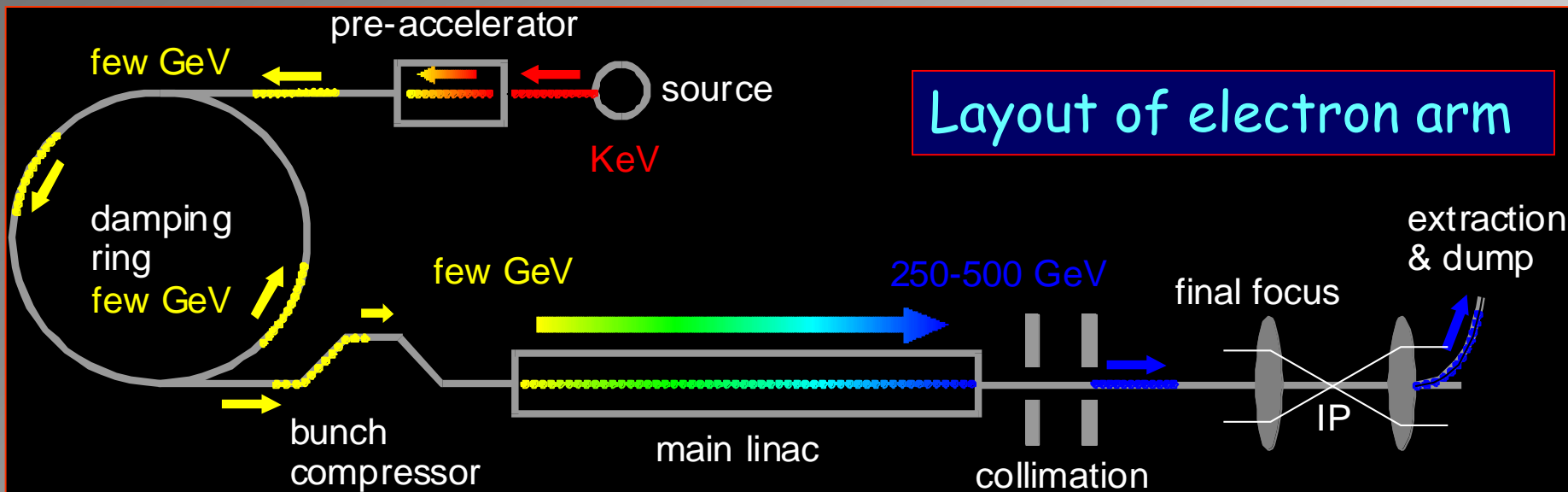
LHC ka arritur dhe do të zbulon fenomene të reja. Për ti sqaruar këto zbulime të reja, nevojitet një përplasës plotësues elektron-pozitron që operon ndërmjet 500 – 1000 TeV. Për me arritur këtë është ndërtuar ILC.



Dy akseleratorë linearë opozitarë (për me eliminue rrezatimin sinkrotron) (e⁻ & e⁺) me rreth 10 km gjatësi secili, duke i sjell tufat në një pikë përplasëse rreth 6 nm lartësi dhe 100 nm gjerësi. Fillimisht secili linac ka E = 250 GeV, me mundësi për të arritur 500 GeV (1 TeV përplasje).

Sistemet ILC

Njëra pjesë e ILC – linac i elektroneve. Pjesa e pozitroneve është gati identike.



1. Burimi siguron elektrone të polarizuara
2. Para-akseleratori linac deri 5 GeV
3. Unaza amortizuese për ta bërë seksionin sipërfaqësor të tufës shumë të vogël

4. Kompresori i tufës shtrëngon tufën përgjatë drejtimit të rrezes
5. Linac kryesor për të përshpejtuar deri në energji maksimale
6. Sjell tufat në përplasje duke i nxierr në dalje me kudes

Le të bëjmë një përmbledhje para se të shkojmë në CERN (European Center for Nuclear Research)

Natyra është e ndërtuar nga grimca shumë të vogla

Akoma shumë prej tyre pak i njohim

Ne arrijmë të fitojmë grimca të reja në akselerator duke i prishur ato të vjetrat

Studimi i fizikës së grimcave është ekuivalent me studimin e BIG-BANG-ut

Ne kemi humbur 50% të universit

Akseleratorët e grimcave, akseleratorët më të mëdhenj të grimcave të ndërtuar ndonjëherë...

Përfundimet e mëdha

Fizika e grimcave studion aspektet më fundamentale të natyrës

Ka arritur progres në kuptimin e natyrës

Shumë aspekte janë akoma mister

Needs for young, bright motivated students, so please join this fantastic trip

References

- Bibliography:
 - CAS 1992, Fifth General Accelerator Physics Course, Proceedings, 7-18 September 1992
 - LHC Design Report [online]
 - K. Wille, The Physics of Particle Accelerators, 2000
- Other references
 - USPAS resource site, A. Chao, USPAS January 2007
 - CAS 2005, Proceedings (in-print), J. Le Duff, B, Holzer et al.
 - O. Brüning: CERN student summer lectures
 - N. Pichoff: Transverse Beam Dynamics in Accelerators, JUAS January 2004
 - U. Amaldi, presentation on Hadron therapy at CERN 2006
 - Various CLIC and ILC presentations
 - **Several figures in this presentation have been borrowed from the above references, thanks to all!**