CERN - pierwsze globalne laboratorium

Magdalena Kowalska
CERN, PH-Dept.

Menu

- Co to jest właściwie CERN?
- Trochę historii
- Kilku CERN-owskich Noblistów
- Co badamy?
- Obecne przyspieszacze
- Przykłady eksperymentów:

  cząstki elementarne (LHC i CNGS)

  fizyka jądrowa i atomowa

  antymateria na ziemi i we Wszechświecie
- Wiele więcej: skanery PET, WWW, GRID, ‘Anioły i Demony’, …
- Moja przygoda z CERN-em

CERN jako organizacja

Europejska jednostka badawcza założona w r1954:

- Utrzymywana ze skladek 20 Europejskich krajów członkowskich
- Nie jest uniwersytetem, zatem nie może nadawać tytułów (magister, doktor, itp), ALE:

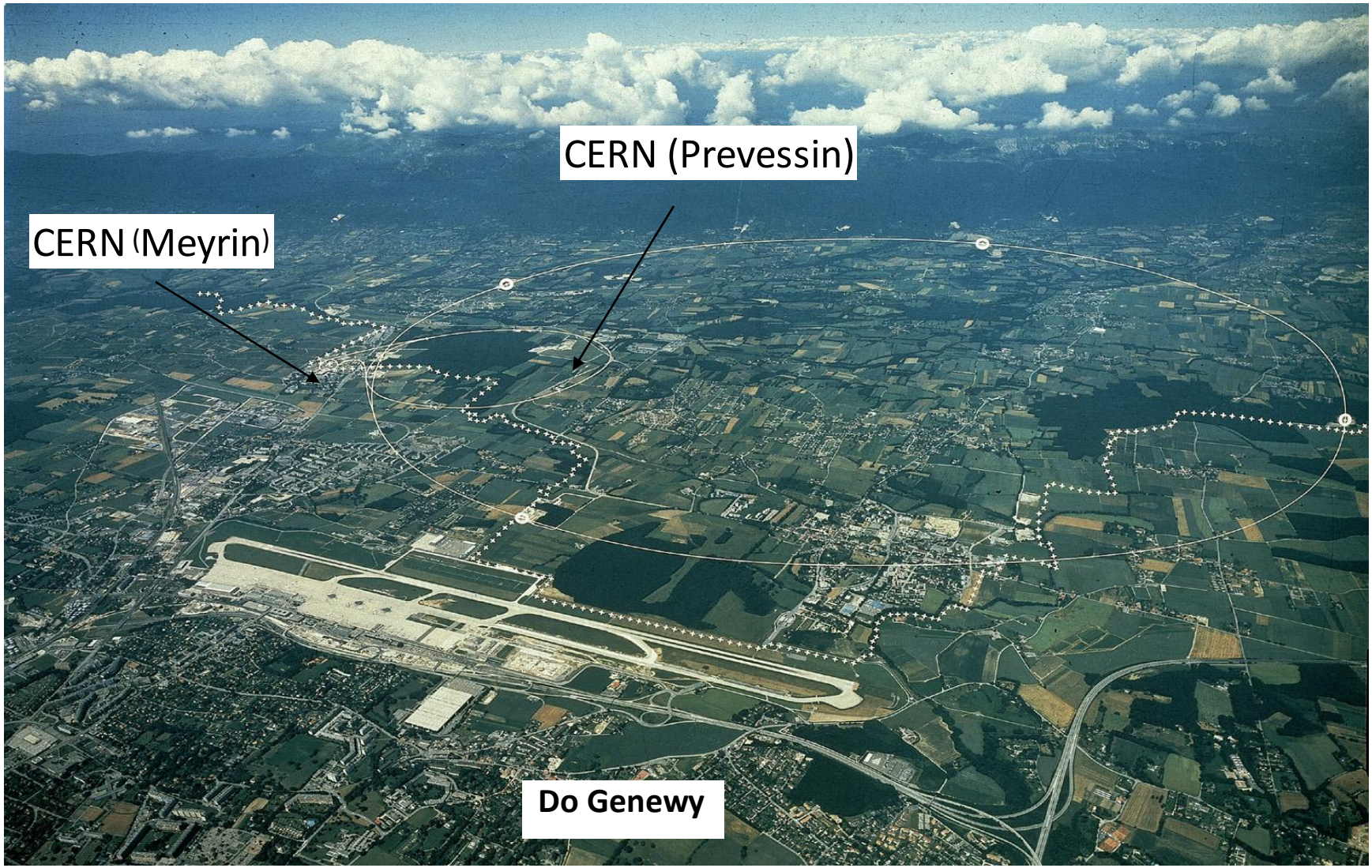
- prace magisterskie, doktoranckie, habilitacyjne moga byc oparte o prace w CERNie
- CERN może opłacać magistrantów i doktorantów

- Nie podlega jurysdykcji ani opodatkowaniu krajów goszczących (Francji i Szwajcarii)

Member state	Contribution	Mil. EUR
Germany	19,88 %	144,0
France	15,34 %	111,2
United Kingdom	14,70 %	106,5
Italy	11,51 %	83,4
Spain	8,52 %	61,8
Netherlands	4,79 %	34,7
Switzerland	3,01 %	21,8
Poland	2,85 %	20,7
Belgium	2,77 %	20,1
Sweden	2,76 %	20,0
Norway	2,53 %	18,3
Austria	2,24 %	16,3
Greece	1,96 %	13,5
Denmark	1,76 %	12,8
Finland	1,55 %	11,2
Czech Republic	1,15 %	8,4
Portugal	1,14 %	8,2
Hungary	0,78 %	5,6
Slovakia	0,54 %	3,9
Bulgaria	0,22 %	1,6

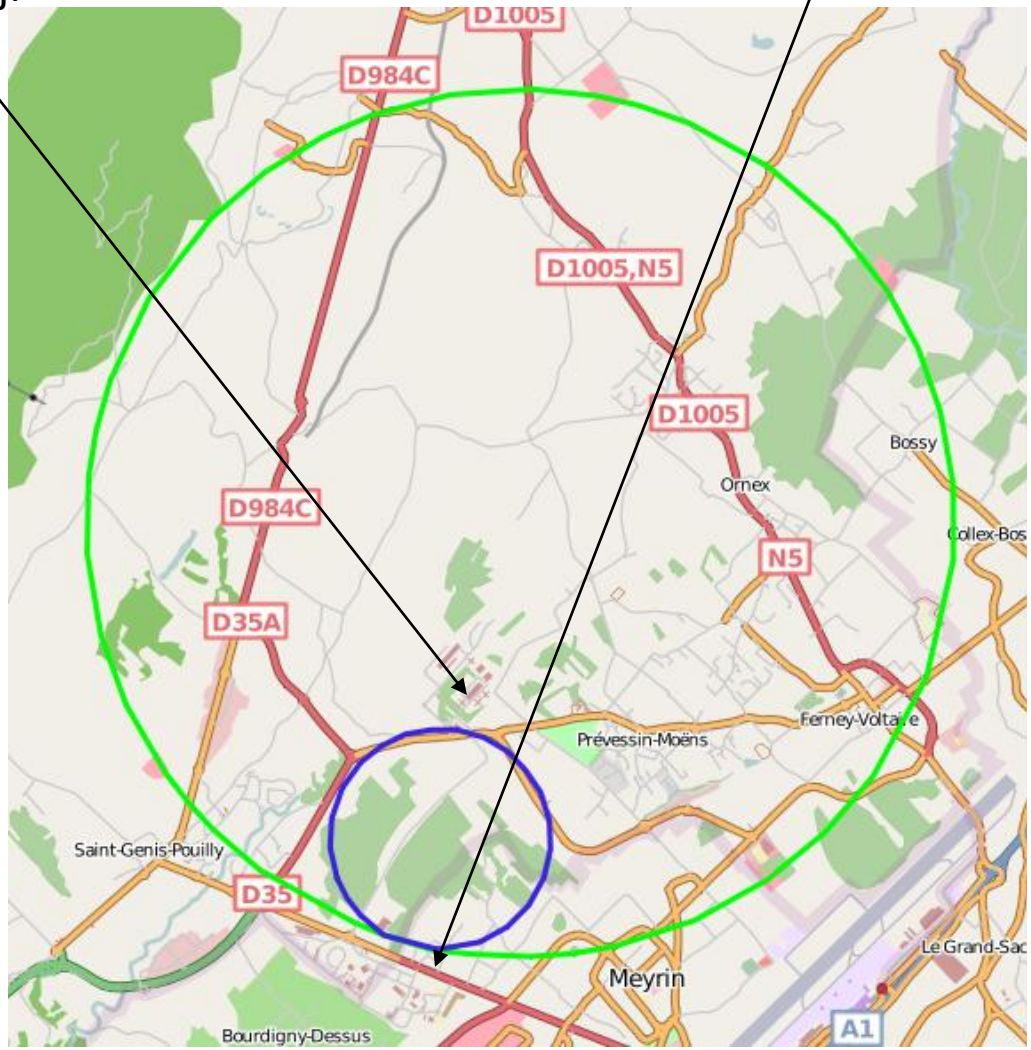
Położenie

pomiędzy Szwajcarią i Francją



CERN jako laboratorium

Położone pod Genewa, na granicy Szwajcarsko-Francuskiej
Główna część laboratorium (Meyrin site): w Szwajcarii, oficjalna waluta: Frank Szwajcarski
Mniejsza część (Prevessin site): we Francji



Kadra:

• 2500 pracowników opłacanych całkowicie z budżetu CERN (głównie pracownicy administracyjni, technicy, inżynierowie; tylko 100-200 pracuje jako fizycy, z czego większość teoretycy)

• 10 000 tzw. “użytkowników” – inżynierowie i fizycy wysłani przez instytut macierzysty do CERNu (na 5-100%):

>600 instytutow; 113 narodowosci

Członkowie

Obserwatorzy: komisja europejska, UNESCO, Indie, Japonia, Rosja, Turcja i USA;
Najbardziej zaawansowany kandydat do członkostwa: Rumunia a po niej Izrael

Trochę historii

1951 - utworzenie tymczasowego ciała Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN)

1953 - decyzja o zbudowaniu laboratorium w okolicach Genewy

17 maja 1953 - początek budowy

1957 - uruchomienie 1. akceleratora SC (Synchro-Cyclotron)

1959 – 1. przyspieszone protony z akceleratora PS (Proton - Synchrotron)

1968 – G. Charpak buduje wielodrutową komorę proporcjonalną, detektor rewolucjonizujący elektroniczne detektory cząstek

1971 - budowa 2. laboratorium wraz z SPS (Super Proton Synchrotron), uruchomienie 1. na świecie zderzacza protonów (ISR)

1983 - odkrycie bozonów W i Z

1989 - uruchomienie LEP (Large Electron-Positron Collider)

1990 - powstanie WWW

Trochę historii

1999 - pierwsze prace nad LHC, ogromnym zderzaczem protonów

2008 - LHC działa przez kilka tygodni

2010 – LHC działa pelną parą po naprawach związanych z problemem z 2008

2011 – ekscytujace wyniki z fabryki antymaterii i detektora neutrin

2011 – LHC pobija kolejne rekordy

CERN-owscy Nobliści:

W tym i ten z polskimi korzeniami …

1984: Carlo Rubbia i Simon Van der Meer
za odkrycie cząstek W i Z

1992: Georges Charpak, urodzony w **Dąbrowicy**
za wkład w rozwój detektorów cząstek

1976: Sam Ting, za odkrycie mezonu J/y (jot/psi)

1988: Jack Steinberger
za odkrycie neutrina mionowego

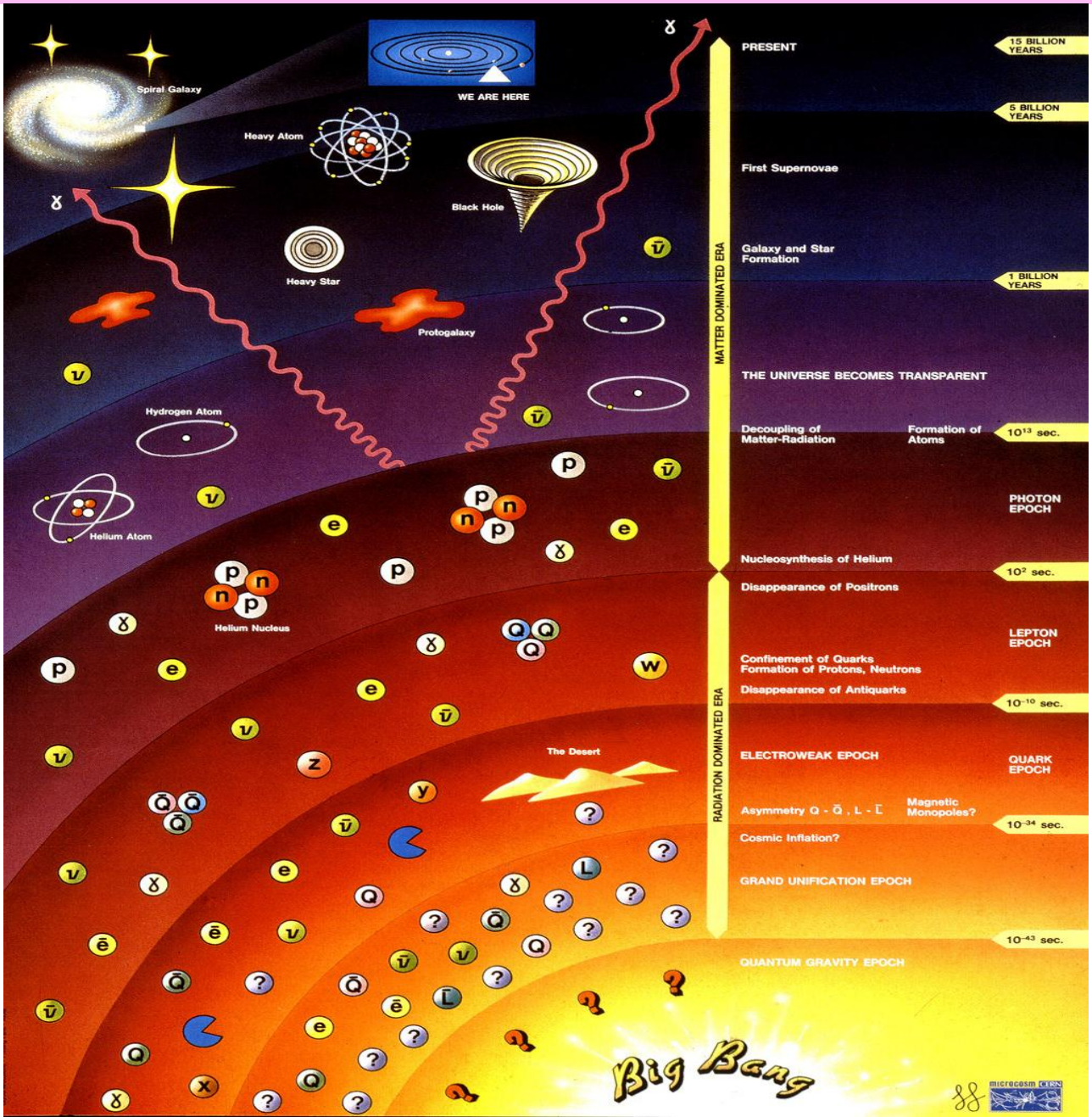
Co badamy?

Z czego zbudowana jest materia?

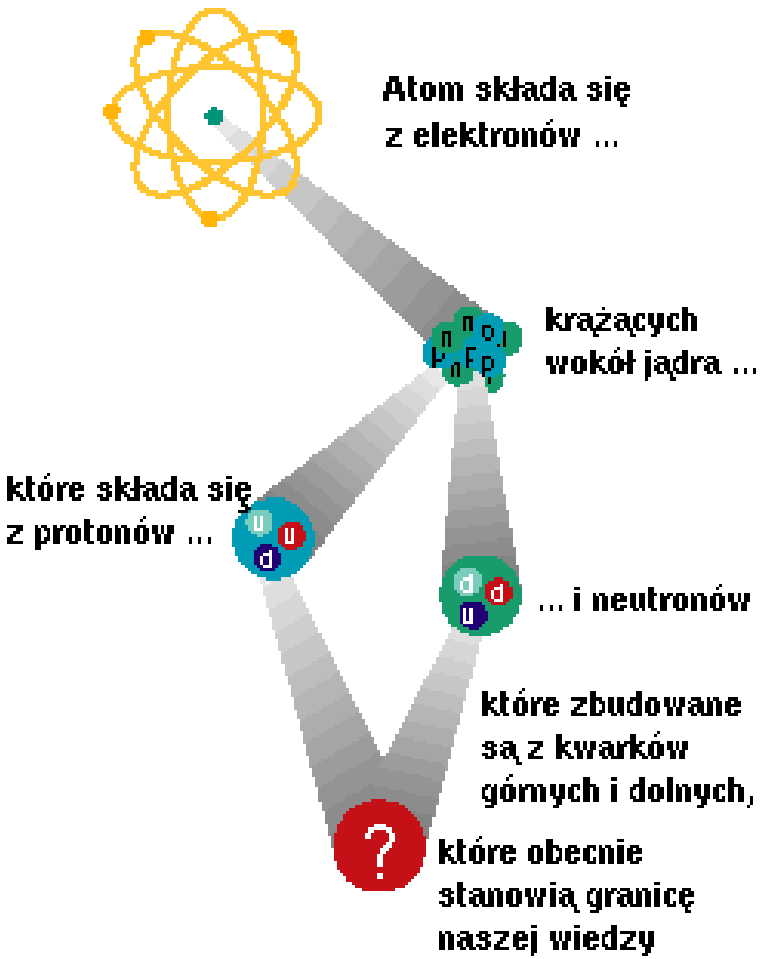
Jak cząstki oddziałują z otoczeniem?

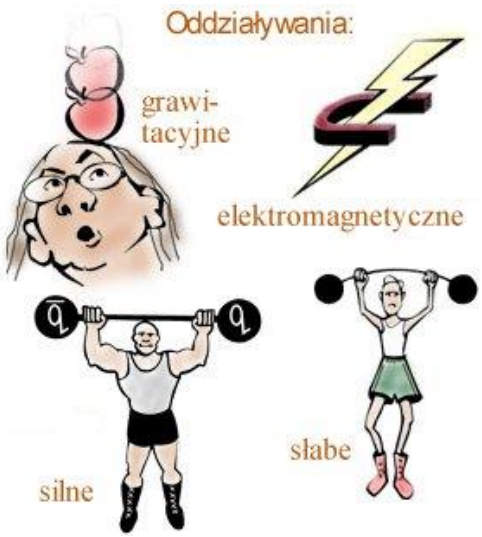
Jak powstał obecny Wszechświat?

(historia wszechswiata zapisana jest na “magicznym kubku” z CERNu)



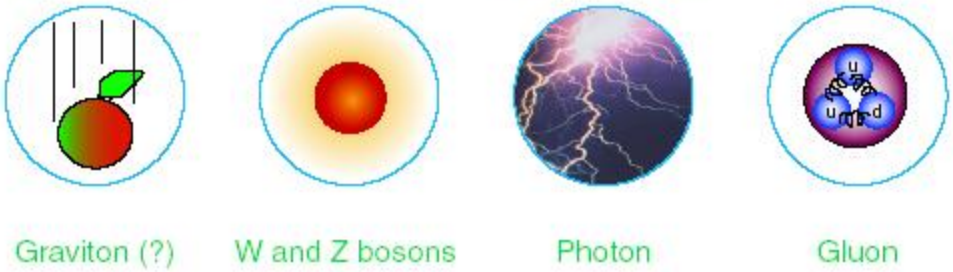
Co badamy?





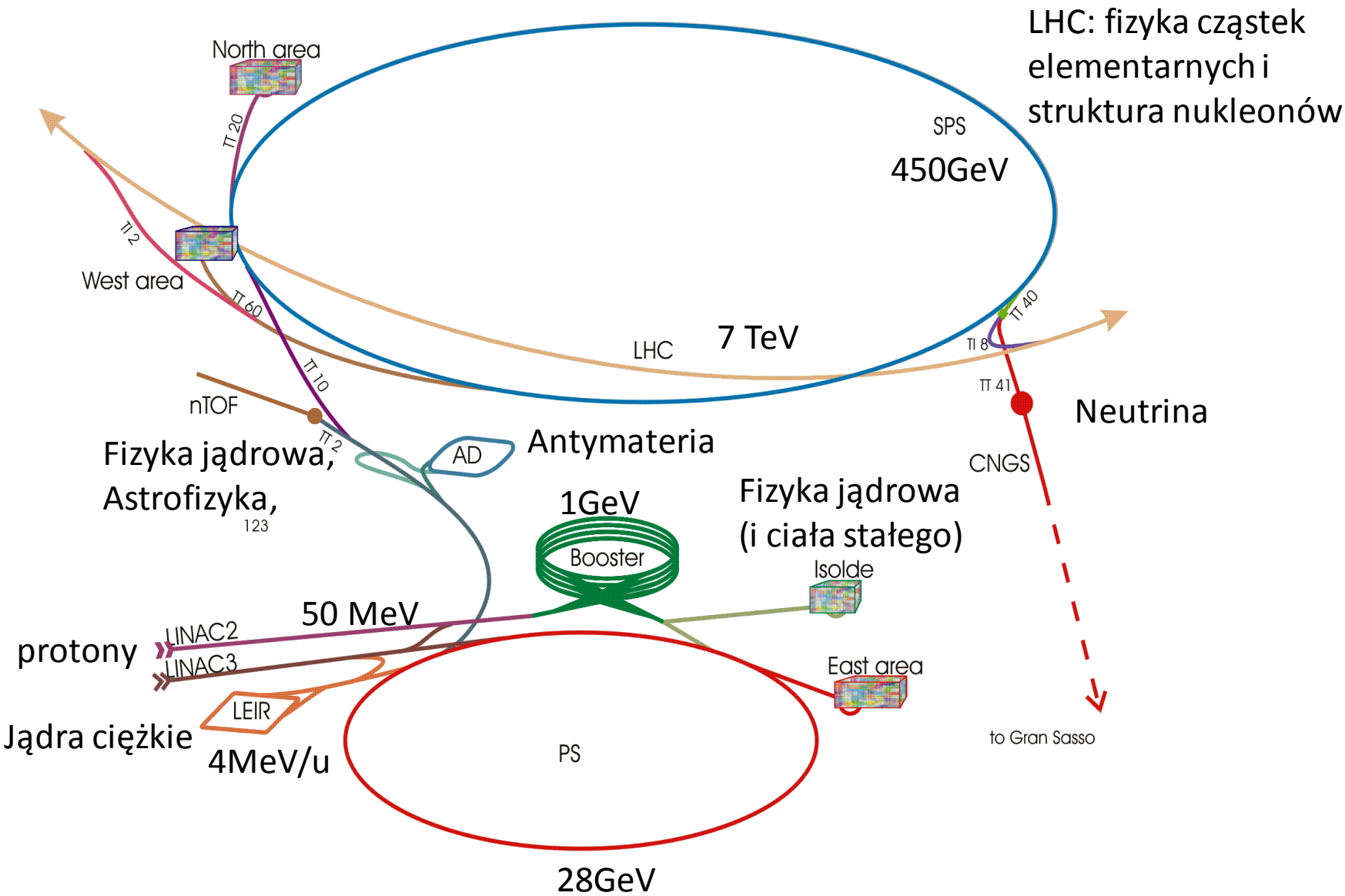
Oddziaływanie

grawitacyjne slabe elektromagnetyczne silne



Nosniki oddziaływania

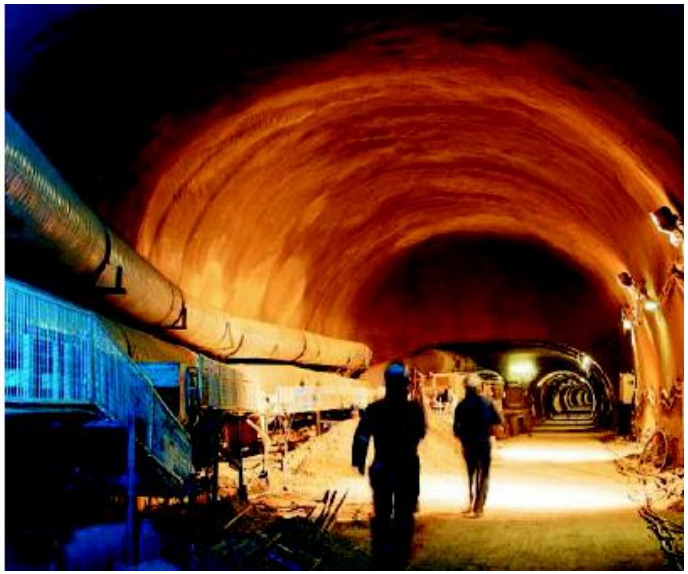
Przyspieszacze CERN



LHC

LHC to ogromny przyspieszacz protonów (i jonów ciężkich), z którego korzystają 4 główne eksperymenty: ATLAS, CMS, ALICE, LHCb

Sa one bardzo dokładnym mikroskopem, który patrzy w głąb materii
Cofają się w czasie, by odtworzyć chwile tuż po Wielkim Wybuchu



LHC

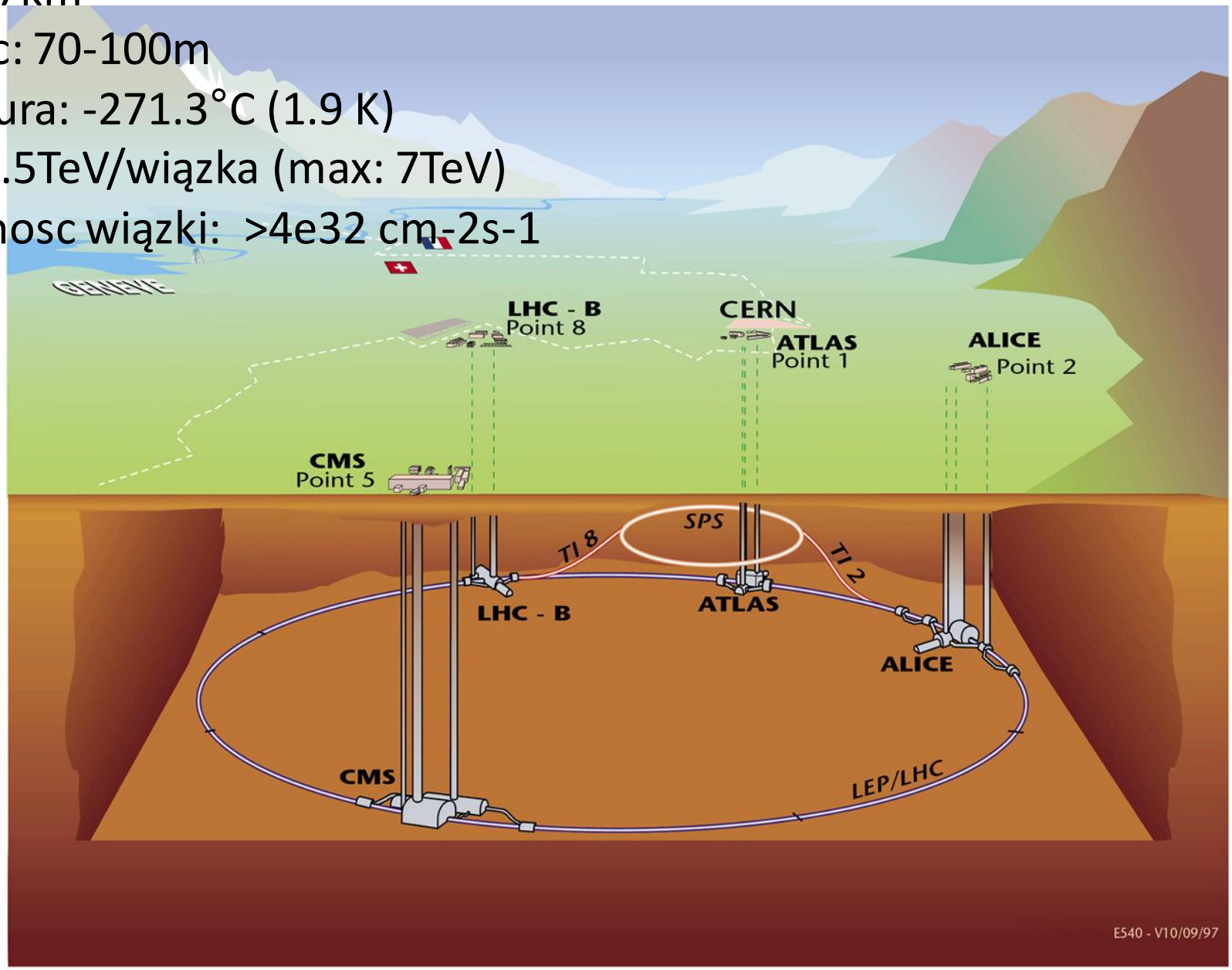
Obwod: 27km

Głebokosc: 70-100m

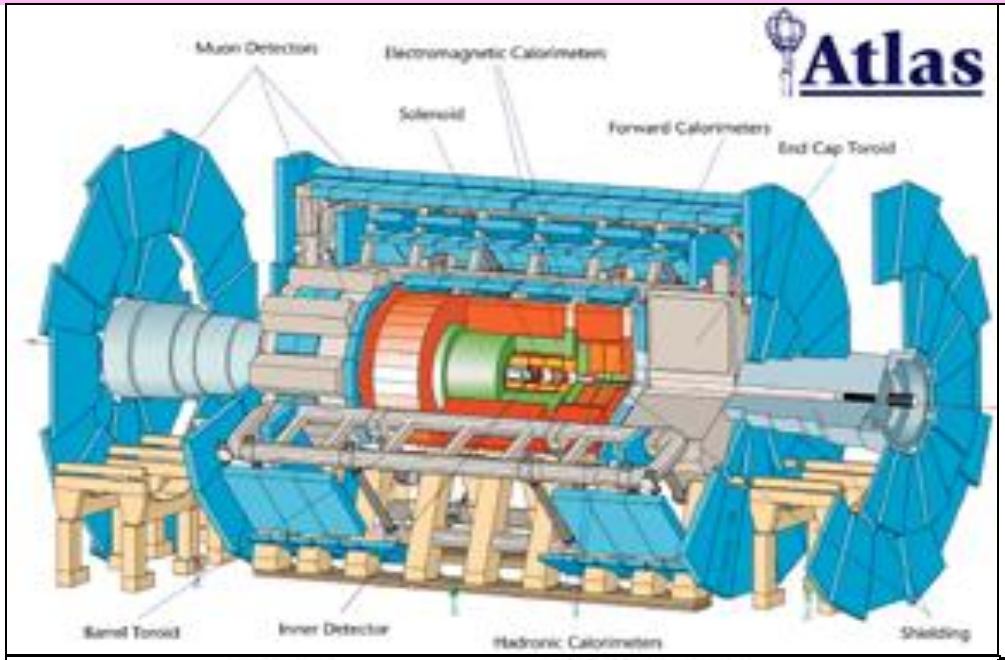
Temperatura: -271.3°C (1.9 K)

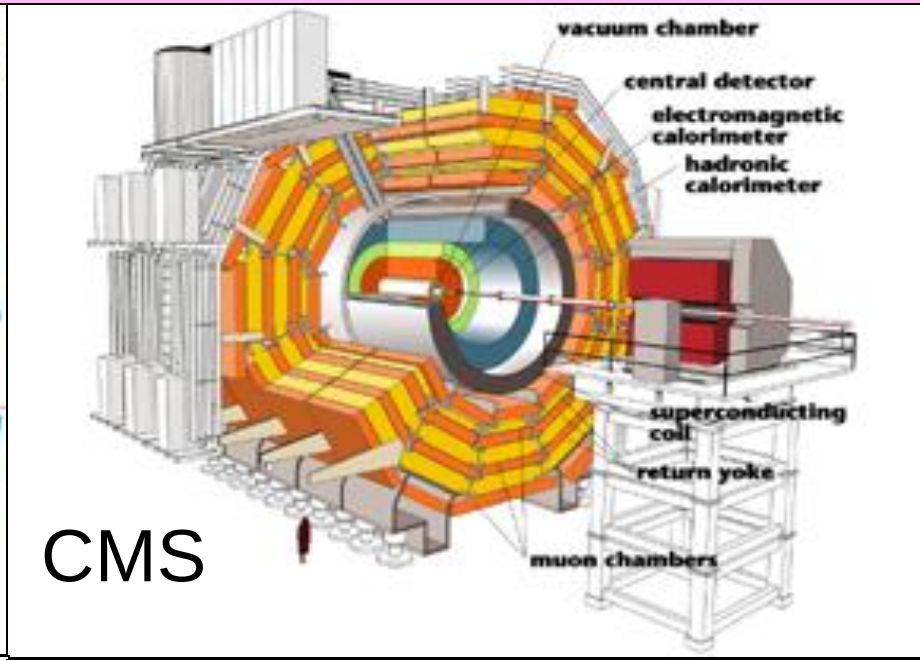
Energia: 3.5TeV/wiązka (max: 7TeV)

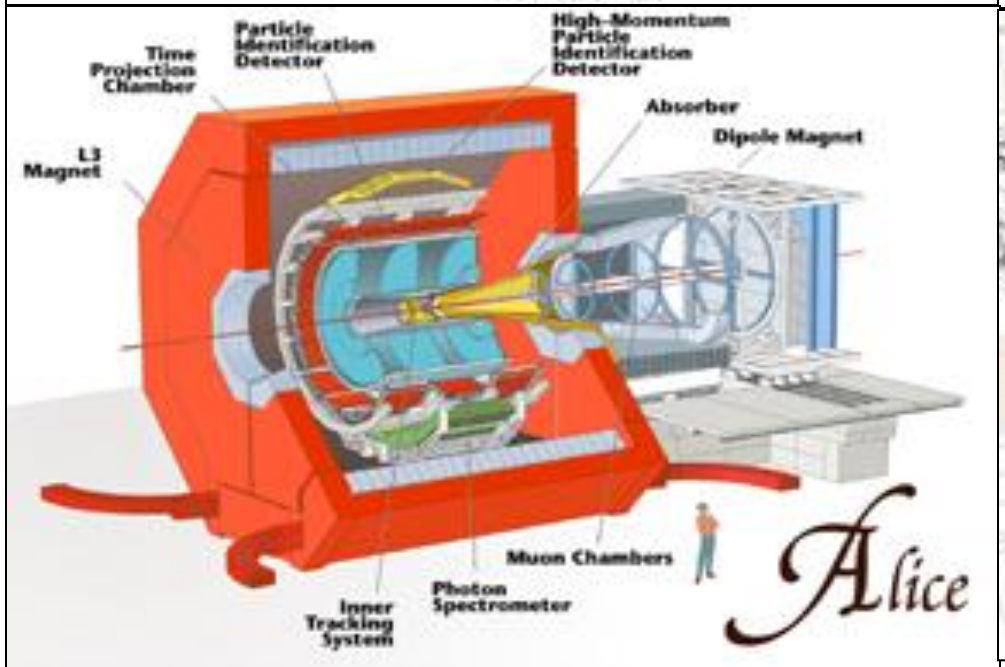
Intensywnosc wiązki: >4e32 cm-2s-1

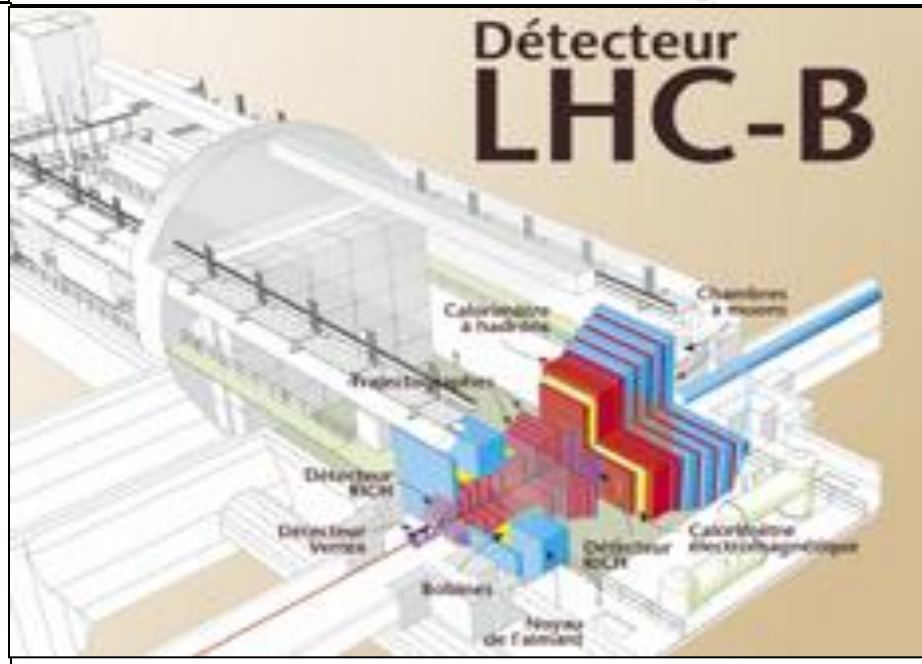


Eksperymenty LHC

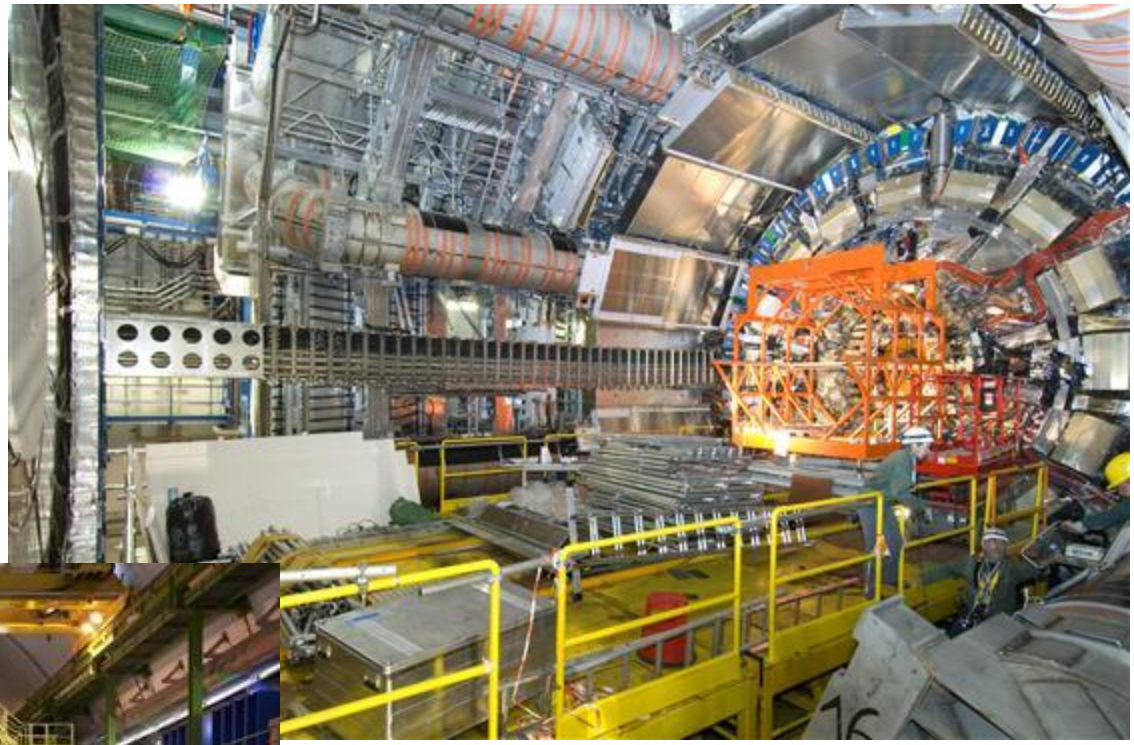








Eksperymenty LHC



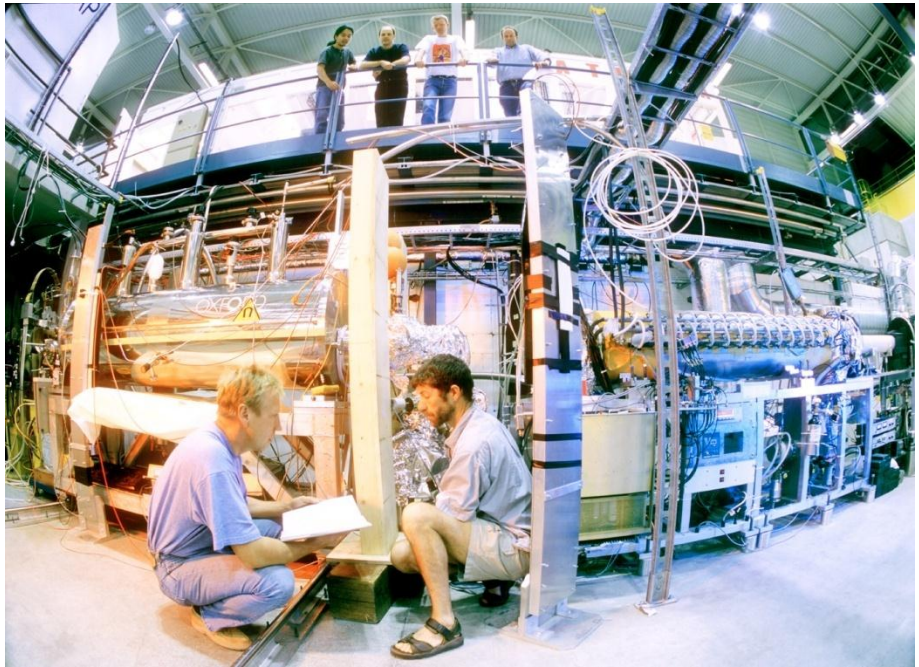
Eksperymenty: antymateria

Każda cząstka posiada swój lustrzany odpowiednik -
antycząstkę, o tej samej masie i przeciwnym ładunku
Ale czy antymateria do rzeczywiście idealne lustrzane odbicie 'zwykłej materii'?

Pomiary **anty-wodoru** mogą odpowiedziec na te pytania

2010: pierwszy spułapkowany antywodor

2011: masa antyprotonu znana prawie tak dobrze jak masa protonu



Eksperymenty: neutrina

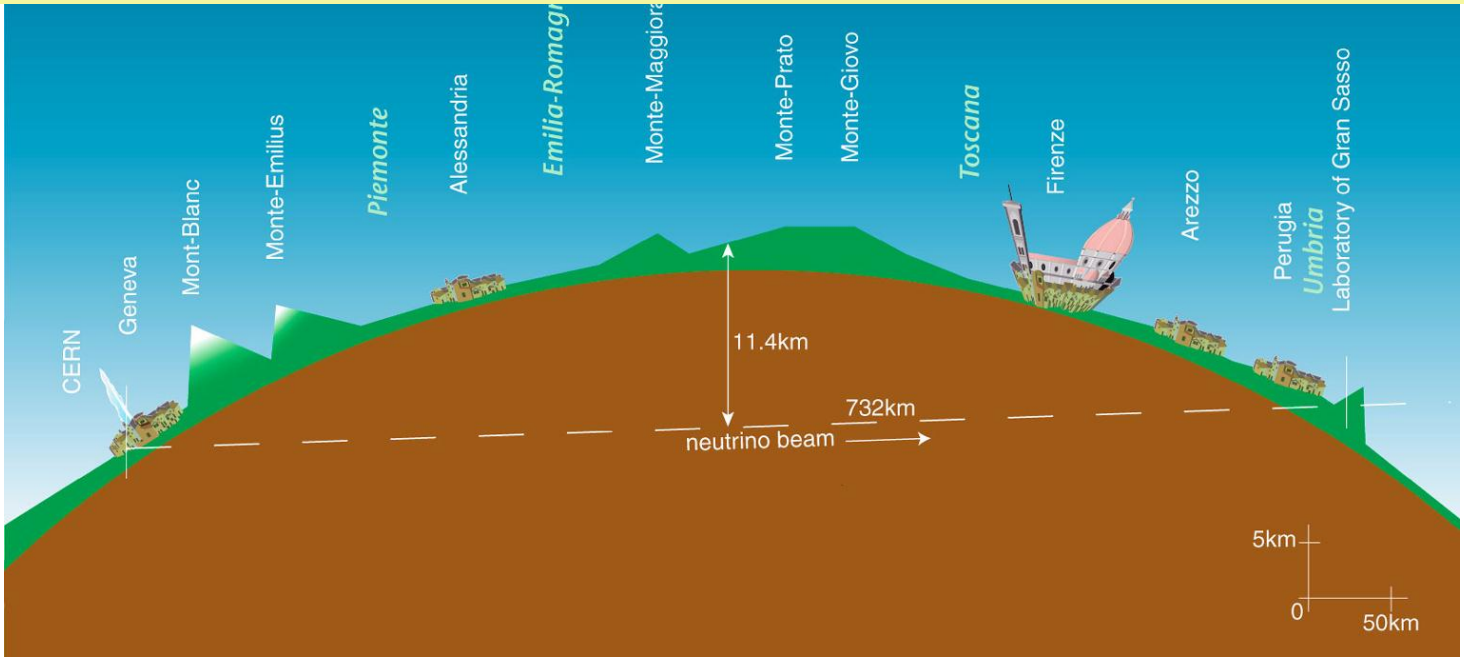
Neutrina to cząstki elementarne, które niezmiernie słabo oddziałują z otoczeniem, dlatego tak trudno je zaobserwować

Od niedawna wiemy, że posiadają masę, ale nie wiemy jeszcze, **ile ona wynosi**

Czy neutrina sa własnymi **anty-cząstkami?**

2010: Detector w GranSasso obserwuje 1 neutrino tauowe

2011: Neutrina mają predkosc wieksza niz predkosc swiatla c



Eksperymenty: fizyka jądrowa

Mimo tego, że od ponad 80 lat wiemy, że jądro atomowe składa się z neutronów i protonów, to nadal nie rozumiemy do końca, w jaki sposób cząstki te oddziałują we wnętrzu jądra

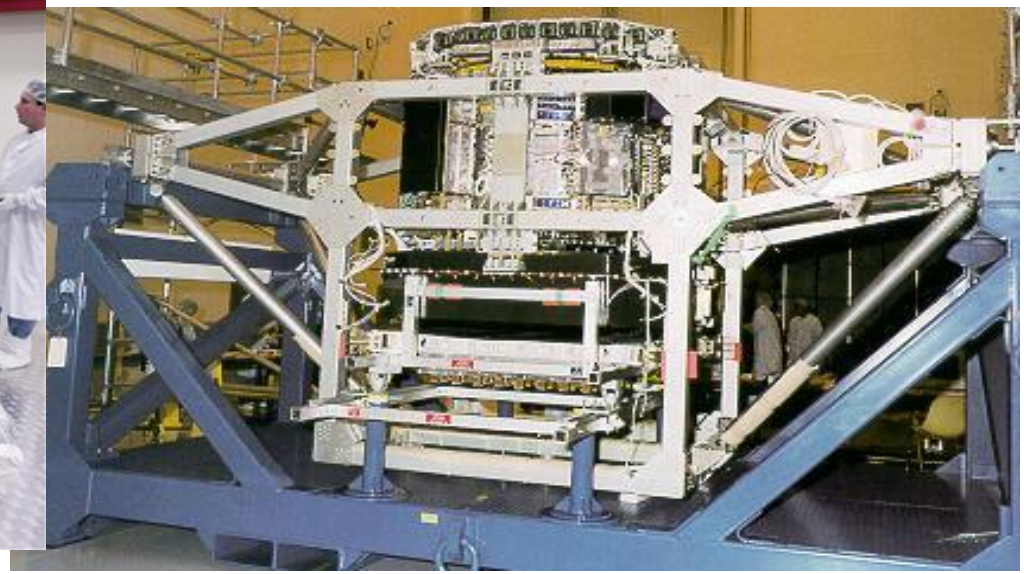
Eksperymenty działające w naszej ‘fabryce’ nietrwałych jąder ISOLDE mają za zadanie znaleźć odpowiedź na to pytanie

Listopad 2010: nowy typ rozszczepiania jadrowego odkryty

Eksperymenty:
antymateria i ciemna materia

AMS (Alpha Magnetic Spectrometer)
Detektor anty-cząstek, który został niedawno umieszczony
Na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

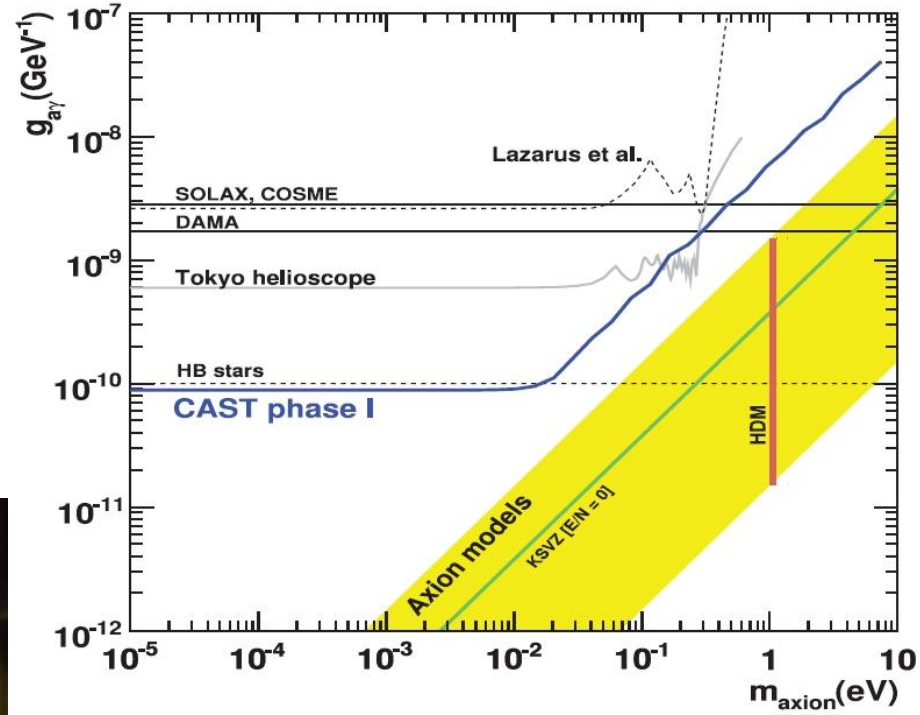
2011: AMS zostaje wyniesiony w przestrzen kosmiczną

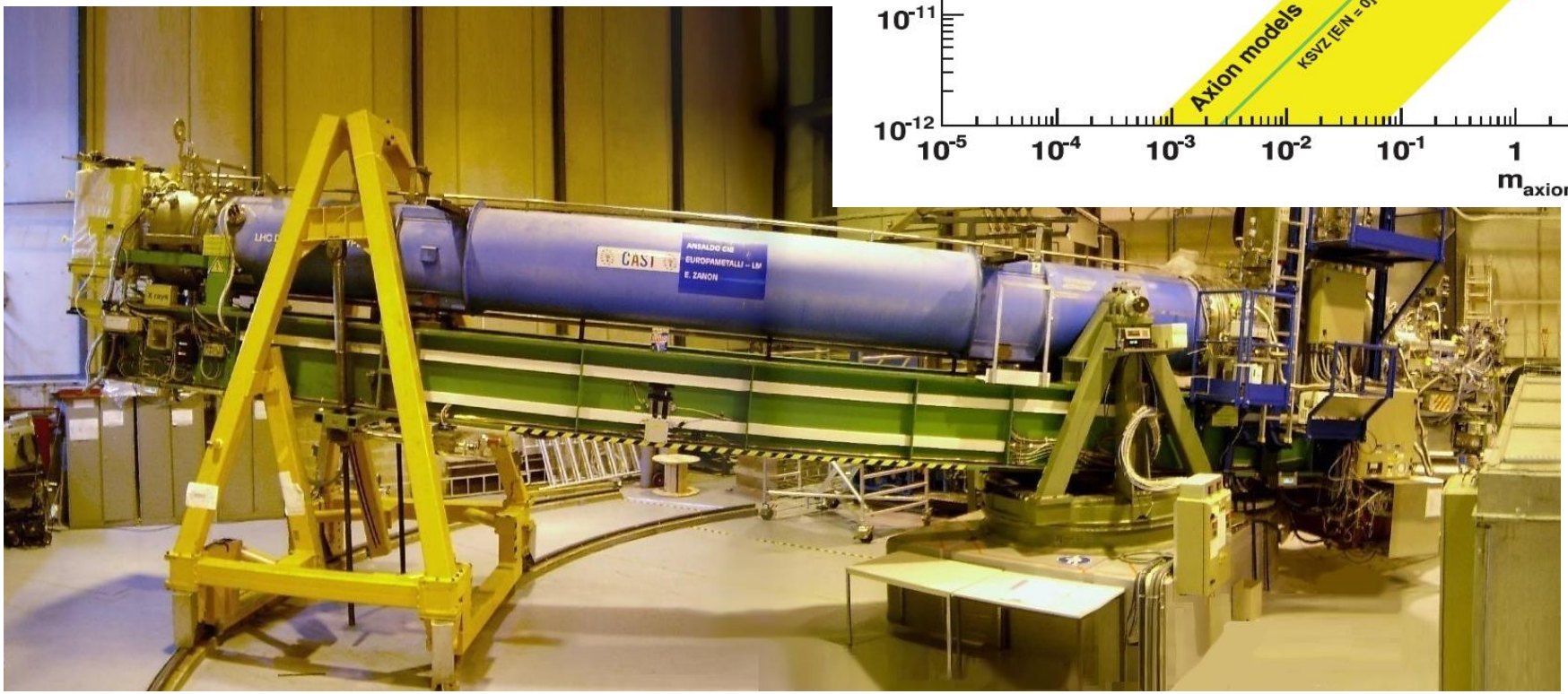


Eksperyment offline: CAST

CERN Axion Solar Telescope
Korzysta z infrastruktury CERN i z prototypu magnesu dipolowego LHC

Motywacja: poszukuje axionu, hipotetycznej cząstki, części ciemnej materii
Detekcja: zmiana axionu w kwant X w silnym polu magnetycznym

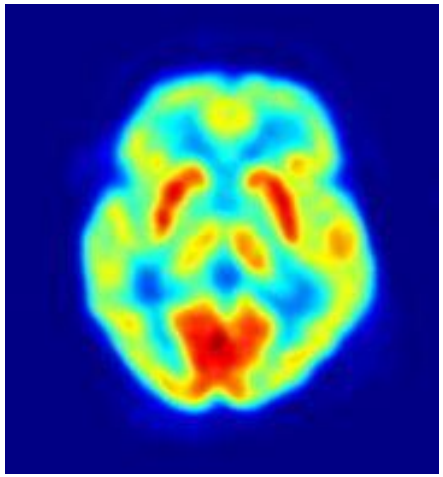




I nie tylko: skanery PET

PET: pozytronowa tomografia emisyjna

Metoda diagnozowania w medycynie oparta o emisję anty-elektronu



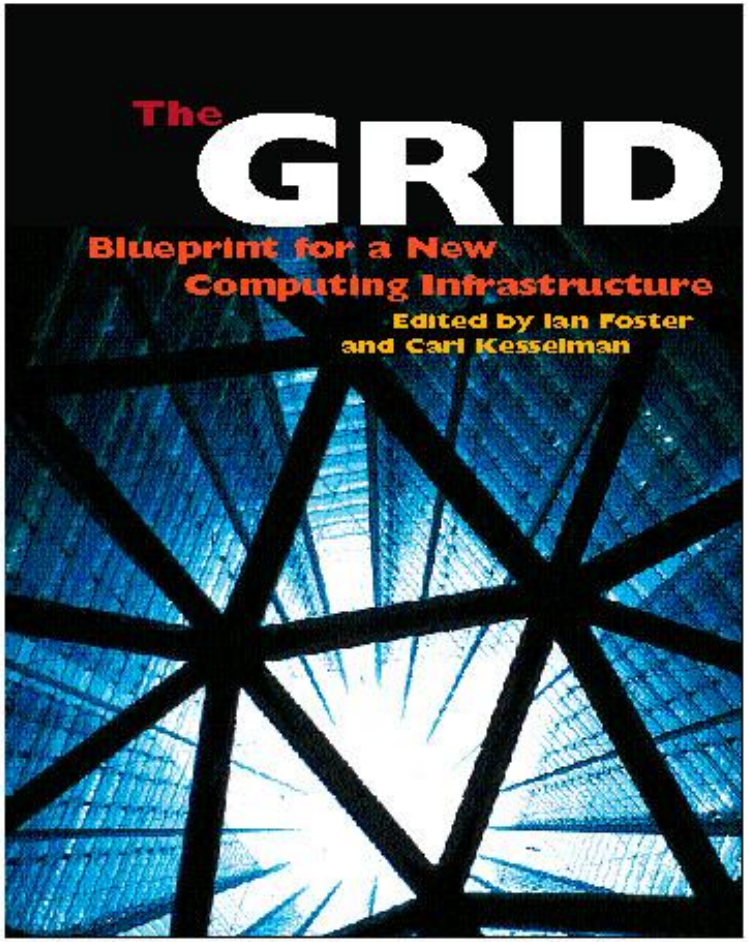
I nie tylko: WWW

1990: w CERNie rodzi się Sieć

I nie tylko: GRID

Czyli Sieć przyszłości:

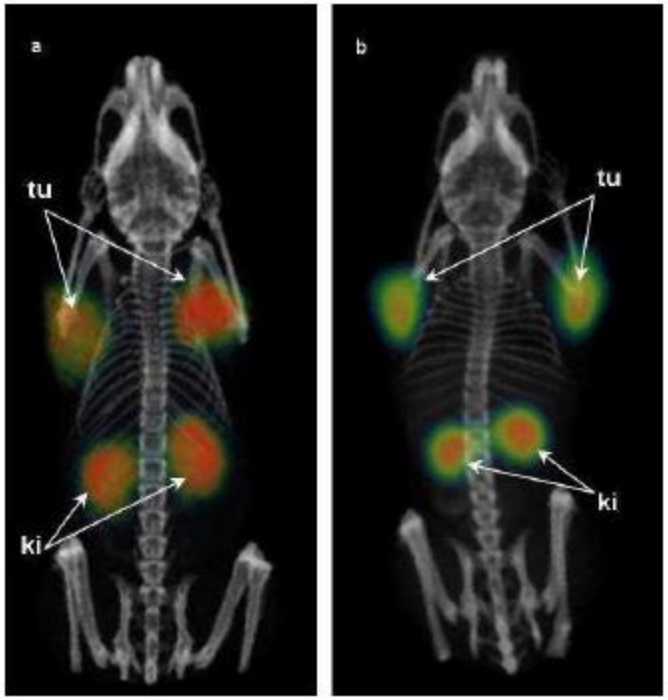
Cloud computing

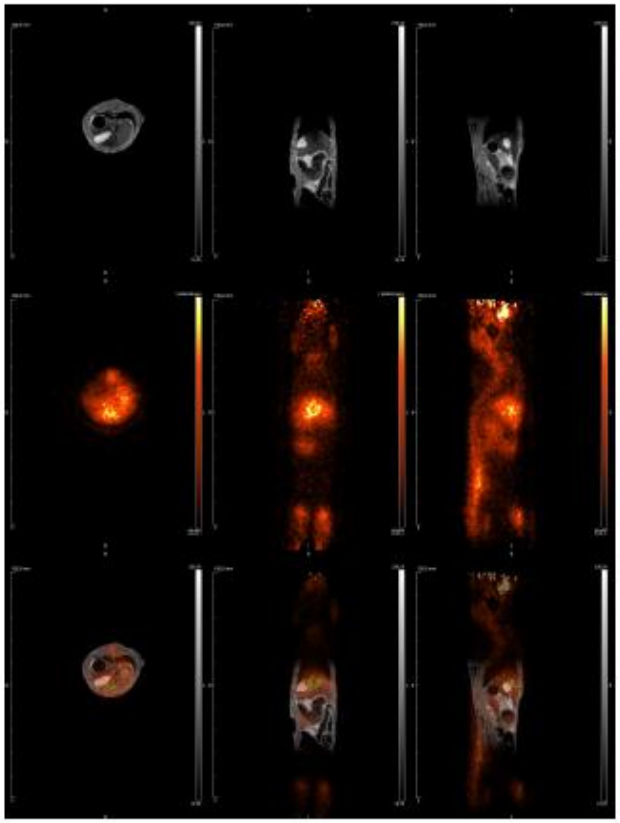


I nie tylko: Medi-Pix

Bardzo wydajne i wysoko-rozdzielcze detektory promieniowania Rentgenowskiego

Przyszle zastosowanie w diagnozie i terapii





Moja przygoda z CERNem

Lato 2001: udzial w CERN Summer Student Programme

Czerwiec 2002: obrona pracy magisterskiej na UAM

2002-2006: doktorat na ISOLDE/CERN dla Uniwersytetu w Mainz

Wrzesien 2006: obrona doktoratu w Mainz

2007-2009: postdoc: Marie Curie Fellow i CERN Fellow na ISOLDE/CERN

2010: postdoc dla MPIK-Heidelberg na ISOLDE/CERN

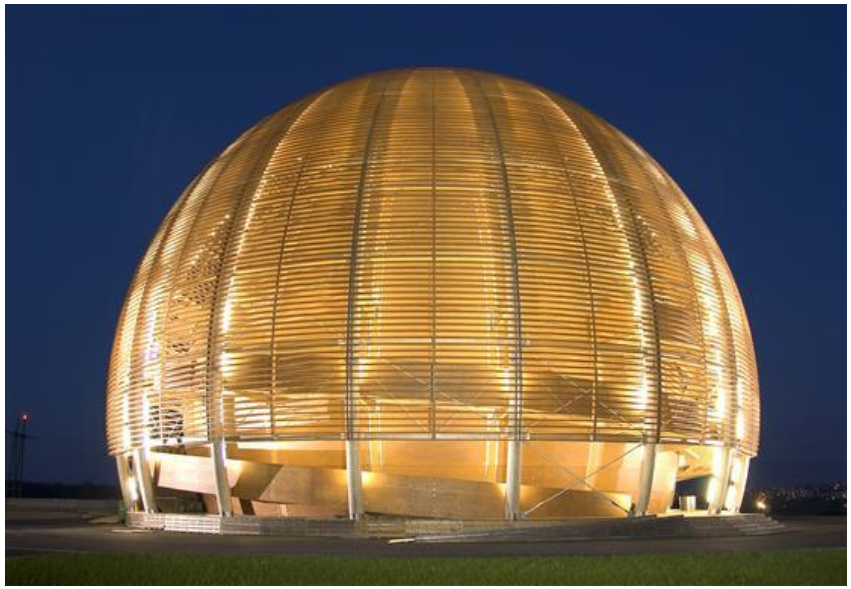
Wrzesien 2010- : CERN staff na ISOLDE/CERN

Koniec ;)

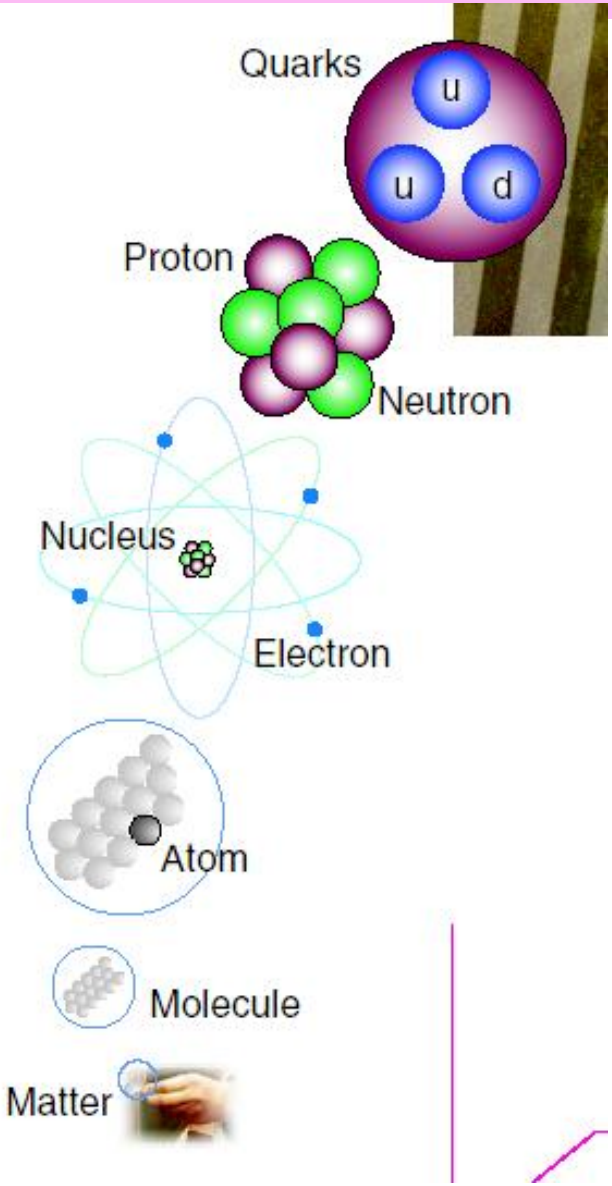
Źródła

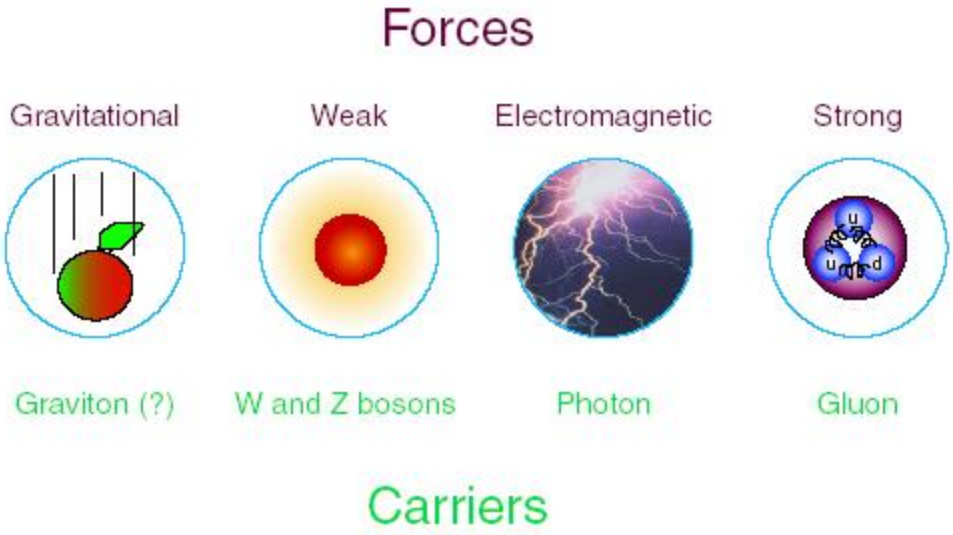
www.cern.ch

http://www.fuw.edu.pl/~ajduk/Public/Welcome.html



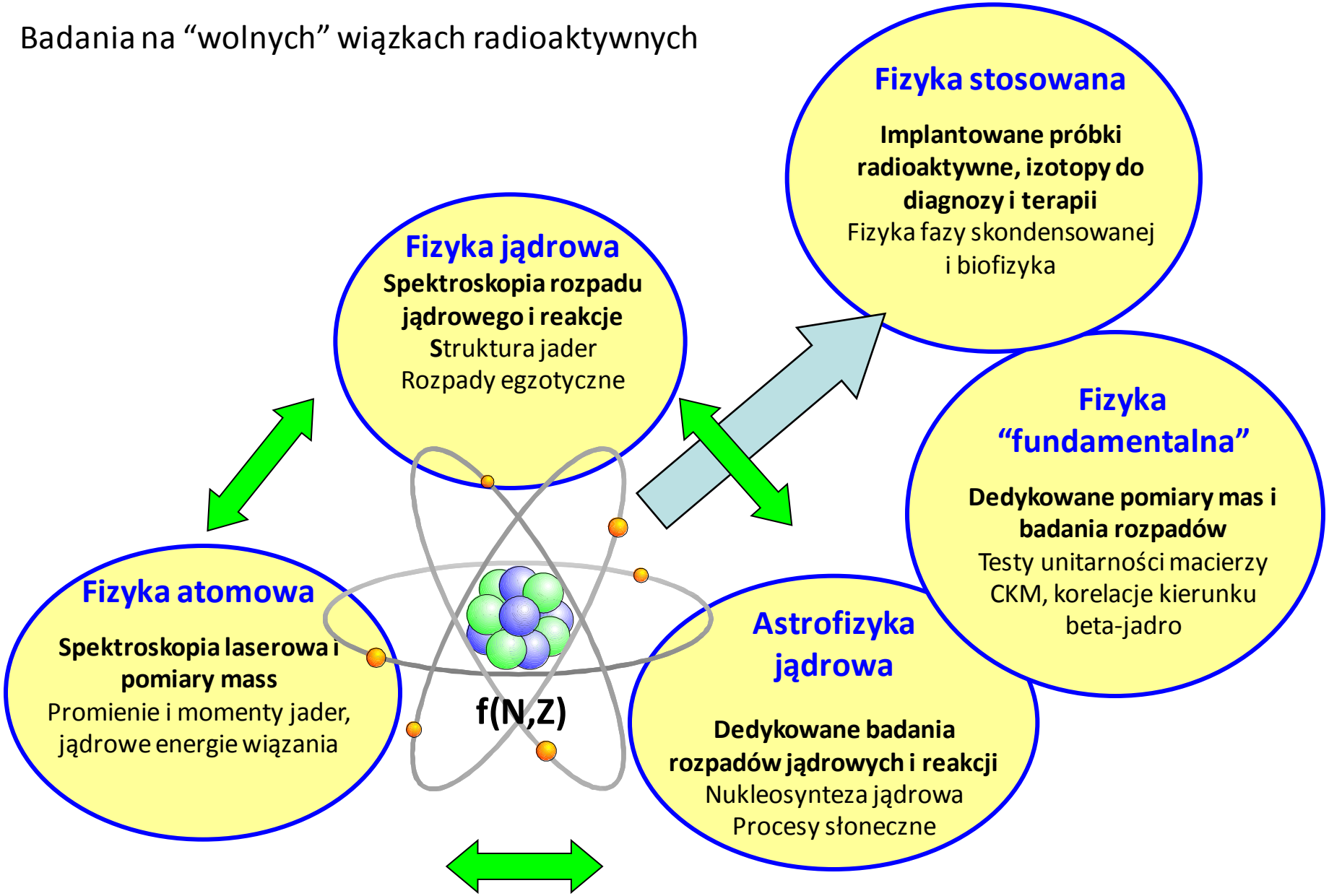
Co badamy?


Quarks
u
u
d
Proton
Neutron
Nucleus
Electron
Atom
Molecule
Matter


Forces
Gravitational
Weak
Electromagnetic
Strong
Graviton (?)
W and Z bosons
Photon
Gluon
Carriers

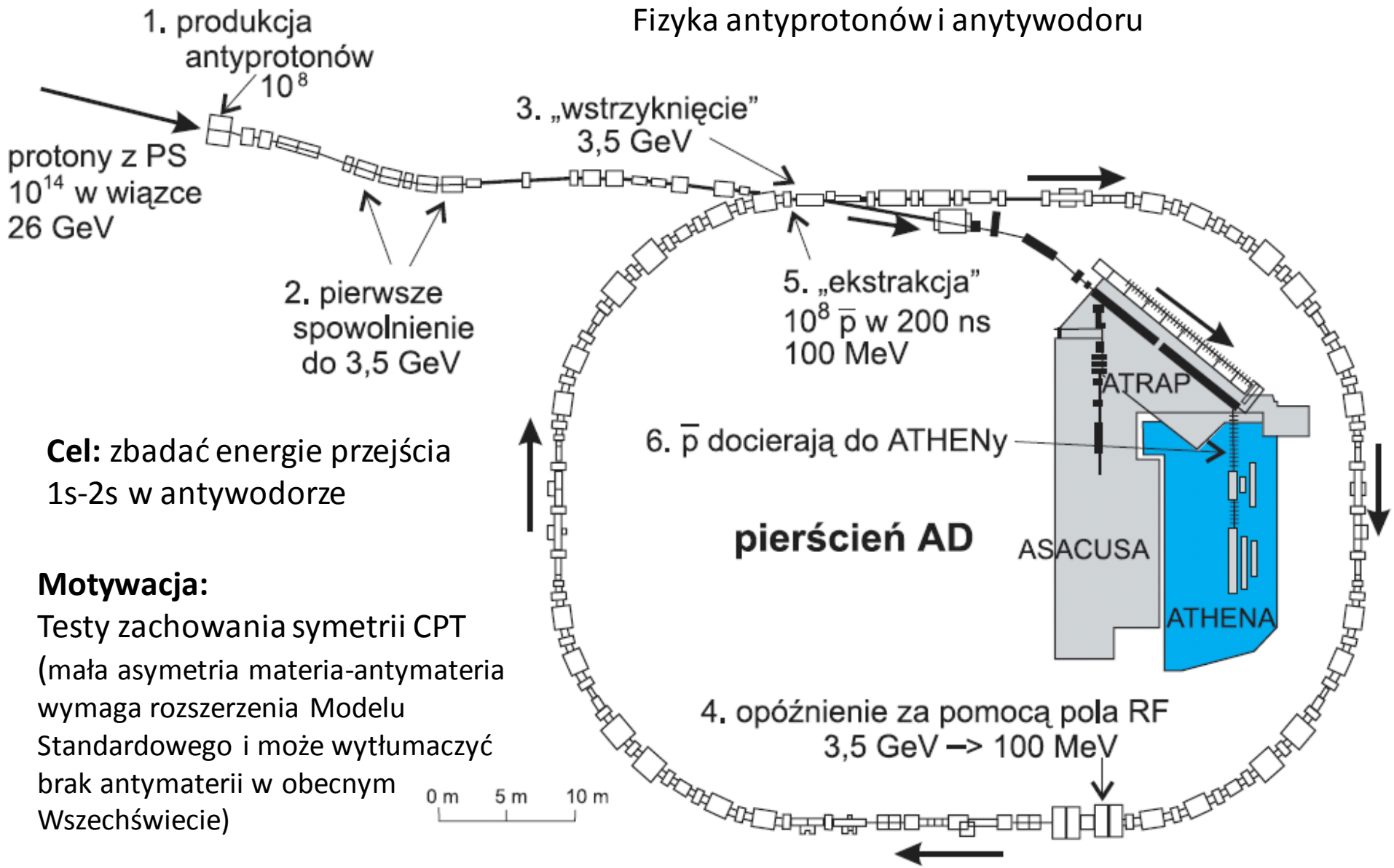
Eksperymenty: ISOLDE “facility”

Badania na “wolnych” wiązkach radioaktywnych



Eksperymenty: AD “facility”

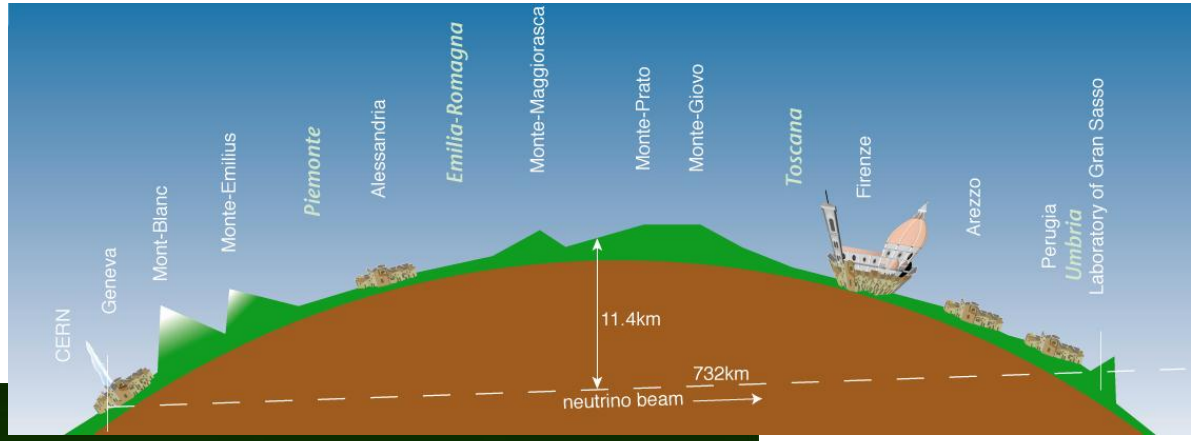
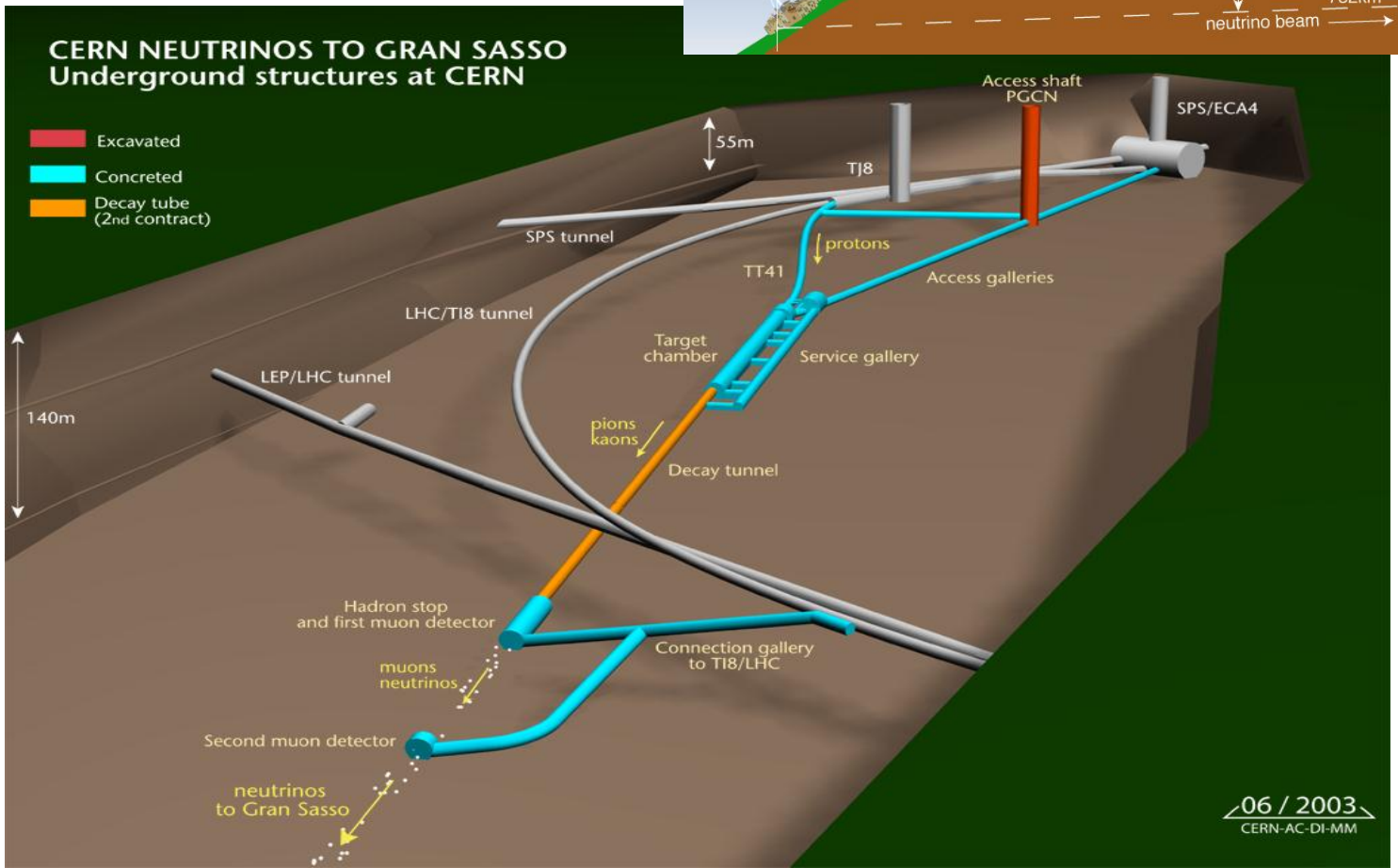
Antiproton Decelerator: spowalniacz anyprotonów
Fizyka antyprotonów i anytywodoru



Cel: zbadać energie przejścia 1s-2s w antywodorze

Motywacja:
Testy zachowania symetrii CPT
(mała asymetria materia-antymateria wymaga rozszerzenia Modelu Standardowego i może wytłumaczyć brak antymaterii w obecnym Wszechświecie)

CNGS: neutrina

Cern Neutrinos to Gran Sasso

Ukierunkowana wiązka neutrin mionowych